

## 녹차엽 주입에 따른 수도물의 수질 변화

김창모<sup>†</sup> · 박 현 · 장현성 · 김현숙

서울특별시 상수도연구소

## Changes of Tap Water from the Preparation of Green Tea Leaves

Chang Mo Kim<sup>†</sup> · Hyeon Park · Hyun Seong Chang · Hyun Suk Kim

Waterworks Research Institute, Seoul Metropolitan Government

(Received October 10, 2005/Accepted January 15, 2006)

### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the physicochemical characteristics with the elapsed time of 1~10 minutes after adding green tea leaves in the tap water. The results are summarized as follows : 1.  $UV_{254}$  measurement increased sharply in direct opposition to increasing conductivity slowly. It is expected that the water soluble organic matters were better extracted than minerals. 2. Residual chlorine decay coefficients evaluated by assuming first-order reaction was increased in proportion to adding weights of green tea leaves. 3. In DBP formation experiments, residual chlorine decreased when reaction time was elapsed, whereas DBPs such as HAAs and THMs increased with the passing of time. From these results, it was showed that residual chlorine decay was related with the formation of DBPs. Therefore, use of boiled tap water in preparation of green tea is suggested if the residual chlorine in the tap water is high.

**Keywords:** green tea, soluble organic matter, residual chlorine, DBPs, HAAs & THMs, tap water

### I. 서 론

녹차는 차나무(*Camellia Sinensis*, 차나무과)의 잎을 말린 것으로 세계적인 비알콜성 음료로서 영양 및 기호식품일 뿐만 아니라 암을 비롯한 각종 질병의 예방 및 치료 등에 사용되는 기능성 식품으로서 널리 애용되고 있다.<sup>1)</sup>

녹차에는 다른 기호음료에 비하여 질소, polyphenol, 당, 유기산, 비타민 및 무기질 등을 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있는데, 특히 polyphenol류를 많이 함유하고 있으며 이 polyphenol류에는 catechin으로서 알려진 flavonol류가 대부분이다.<sup>2,3)</sup>

현재 녹차에 관련된 연구는 차성분의 항산화성에 대한 연구, flavonol류의 항산화 활성과 관련된 연구 및 catechin에 대한 생리학적 관점에서의 연구 등이 활발히 진행되어왔다.<sup>4)</sup>

본 연구에서는 기존에 많이 연구되어온 녹차의 효능성에 대한 관점보다는 일상적으로 사용하는 수도물에 녹차엽을 주입하여 음용할 경우에 잔류염소(R-Cl, residual chlorine)의 감소와 더불어 이화학적 수질변화 및 소독부산물(DBPs, disinfection byproducts)의 변화 특성에 대해 고찰함으로써 녹차를 음용하는 방법의 적정성을 검토하고자 하였다.

### II. 재료 및 방법

녹차엽은 시중에서 시판중인 T사의 뒤음차로 가공된 제품을 사용하였다. 시험액으로 사용한 수도물은 잔류염소가 존재하는 S시의 한 수도꼭지로부터 채취한 후 암소에서 1~2시간 방치하여 상온 상태로 온도 변화가 없도록 유지하였으며 잔류염소의 농도가 일정 범위에 있도록 조정하였다.

녹차엽 주입에 따른 수도물의 수질 변화 및 잔류염소 감소 반응에 관한 실험에서는 염소와 충분히 반응을 할 수 있도록 시험액(수돗물) 10 l에 녹차엽을 각각 0.5 g, 1.0 g 및 5.0 g을 주입하고 5초 정도 순간적으로 교반시

<sup>†</sup>Corresponding author : Waterworks Research Institute, Seoul Metropolitan Government  
Tel: 82-2-2049-1061, Fax: 82-2-2049-1013  
E-mail : kcmdasol@hanmail.net

킨 상태에서 1~10분 동안 반응시킨 후 관련 분석항목들을 측정하였다. 녹차엽 주입에 따른 DBPs 생성 특성 실험에서는 일정 농도로 잔류염소가 조정된 시험액(수돗물) 1l에 양론적인 탈염소량<sup>5)</sup>을 고려하여 녹차엽 0.15 g을 주입하고 1~10분간 반응시킨 후 시간대별로 시료를 채취하여 관련 항목들을 분석하였다. 또한, 본 연구를 수행함에 있어서 휘발성이 강한 잔류염소의 특성 등을 고려하여 녹차엽을 주입하지 않은 시험액(수돗물)으로 바탕 시험(blank)을 병행하였다.

분석항목은 잔류염소, 전기전도도(conductivity), UV<sub>254</sub> (ultraviolet absorbance at 254 nm), THMs(trihalomethanes) HAAs(haloacetic acids), HANs(haloacetonitriles), CH (chloral hydrate), CPN(chloropicrin)과 같은 DBPs로 설정하였다. DBPs는 THMs의 경우 chloroform, BDCM (bromodichloromethane), DBCM(dibromochloromethane), bromoform 4종, HAAs의 경우 MCAA(monochloroacetic acid), MBAA(monobromoacetic acid), DCAA(dichloroacetic acid), TCAA(trichloroacetic acid), BCAA (bromochloroacetic acid), DBAA(dibromoacetic acid) 6종, HANs의 경우 TCAN(trichloroacetonitrile), DCAN (dichloroacetonitrile), BCAN(bromochloroacetonitrile), DBAN(dibromoacetonitrile) 4종에 대하여 측정하였다.

잔류염소는 DPD(N,N-Diethyl-p-phenylenediamine) 잔류염소 측정기(HACH사, 미)로 측정하였으며 전기전도도는 Orion사(모델 142, 독)의 기기를 이용하여 측정하였다. 그리고, UV<sub>254</sub>는 대상 시료를 0.45 μm 멤브레인 여과지로 여과한 후 파장 254 nm에서 UV-Vis spectrophotometer(HP Vectra xc, 미)로 측정하였다. DBPs의 경우 THMs는 EPA method 524.2, HAAs는 EPA method 552.2, HANs, CH 및 CPN은 EPA method 551.1에 준하여 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 녹차엽 주입에 따른 수돗물의 수질 변화

전기전도도는 용존성 금속 이온(무기물)과 밀접한 관련이 있는 항목으로 시험액(수돗물)에서 전기전도도가 높아졌다는 것은 녹차엽에서 전류가 흐를 수 있는 양이온류나 음이온류 등이 용출되었다는 것을 의미한다.<sup>6)</sup>

녹차엽 0.5 g, 1.0 g, 5.0 g을 각각 시험액 10l에 주입하여 용출시킨 후 전기전도도의 추이를 살펴본 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 녹차엽의 주입량을 증가시킬수록 전기전도도가 상승하는 경향을 보였지만 상승 정도는 4~9 μs/cm로 10% 이내의 미미한 상승 경향을 나타내었다. 그러나, 녹차엽을 주입하지 않은 바탕 시

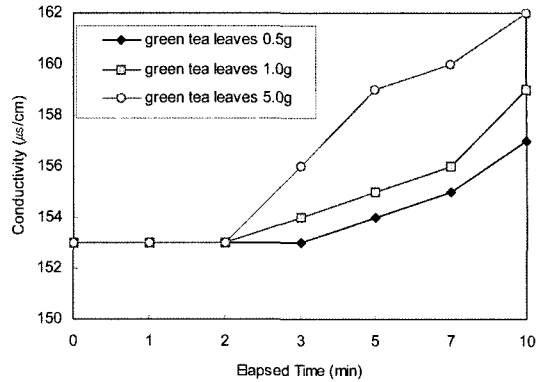


Fig. 1. Conductivity according to elapsed time at three different weights of green tea leaves.

험에서는 경과시간에 따른 전기전도도의 변화가 없는 것으로 나타났다.

일반적으로 수중 용존유기물질(DOC, dissolved organic carbon)의 간접적인 측정 지표로서 활용되는 UV<sub>254</sub>는 천연유기물질(NOM, natural organic matter)중 불포화 결합이 많은 물질이나 방향족화합물중 고리의 측쇄에 탄소가 다중결합을 하게 되면 증가하는 것으로 알려져 있다.<sup>7)</sup> 또한, UV를 흡수하는 유기물은 그 농도에 비례하여 UV를 흡수하기 때문에 UV<sub>254</sub>를 측정함으로써 비교적 정확하게 휴믹물질(HS, humic substances)과 같은 난분해성 유기물의 양을 측정할 수 있다.<sup>8)</sup>

Fig. 2에 제시된 바와 같이 UV<sub>254</sub>도 전기전도도의 추세와 유사하게 시험액에서 녹차엽의 용출 시간이 길어지고 주입량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 그러나, 전기전도도에 비해 초기 0.02 cm<sup>-1</sup>에서 10분 경과 후에는 0.11~0.18 cm<sup>-1</sup>로 상승폭이 크게 나타났다. 한편, 전기전도도와 마찬가지로 녹차엽을 주입하지 않

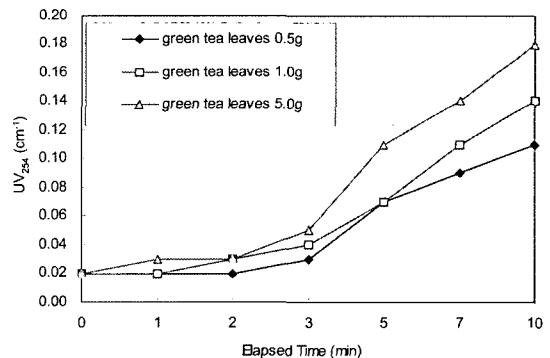


Fig. 2. UV<sub>254</sub> according to elapsed time at three different weights of green tea leaves.

은 바탕 시험에서는 경과시간에 따라 UV<sub>254</sub>가 0.02~0.03 cm<sup>-1</sup>로 측정되어 거의 변화가 없었다.

따라서, Fig. 1과 Fig. 2는 녹차에 가용성 고형물(water soluble matter)<sup>9)</sup>이 상당량 존재함을 반영하는 결과로 볼 수 있으며 녹차엽으로부터 용존성 금속 이온보다 polyphenol, 색소 성분 및 유리아미노산 등과 같은 유기물 성분의 용출량이 많음을 시사한다.

**2. 녹차엽 주입에 따른 잔류염소 감소 반응**

Table 1과 Table 2는 녹차엽 0.5 g, 1.0 g, 5.0 g을 각각 잔류염소가 존재하는 시험액(수돗물) 10 l에 주입하였을 때 시간 경과에 따른 잔류염소 농도를 나타낸 표이다.

본 실험에서는 안 등<sup>10)</sup>이 제시한 여러 가지 잔류염소 감소반응식 중 일반적으로 사용되는 Eqn. (1)과 같은 1차 반응식으로 잔류염소 감소속도를 구하였다.

$$C_t = C_0 \exp(-kt) \tag{1}$$

여기서, C<sub>t</sub> = 시간 t에서 잔류염소 농도(mg/l)

C<sub>0</sub> = 초기염소 농도(mg/l)

k = 감소속도(min<sup>-1</sup>)

먼저 비교적 저농도의 잔류염소 농도 조건(시험액의 잔류염소 초기 농도 범위 : 0.39~0.42 mg/l)에서 녹차엽 0.5 g, 1.0 g, 5.0 g을 주입한 결과 시간이 경과할수록 잔류염소 농도가 낮아졌으며 잔류염소를 소모시키는 가용성 고형물의 용출량이 증가하여 잔류염소 감소속도가 각각 0.20 min<sup>-1</sup>, 0.38 min<sup>-1</sup>, 0.45 min<sup>-1</sup>으로 증가하였다(Table 1).

비교적 고농도의 잔류염소 농도 조건(시험액의 잔류염소 초기 농도 범위 : 0.77~0.84 mg/l)에서도 녹차엽 주입량을 증가시킬수록 각각 0.23 min<sup>-1</sup>, 0.32 min<sup>-1</sup>, 0.52 min<sup>-1</sup>로 잔류염소 감소속도가 커지는 경향을 나타냈다(Table 2).

또한, Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같이 시험액의 잔류염소 초기 농도가 높을수록 잔류염소의 소멸 시간은 길게 나타나는 양상을 띠었으나 10분 이내에 모두 소멸하였다.

**3. 녹차엽 주입에 따른 DBPs 생성 특성**

수중의 NOM에 존재하는 휴믹물질은 상수처리시 소독공정에 투입된 염소와 반응하여 THMs 및 HAAs 등의 DBPs를 생성시키는 전구물질(precursor)의 역할을 하는 것으로 알려져 있다.<sup>11-13)</sup>

탄닌(tannin)의 주성분으로도 알려져 있는 녹차의 polyphenol류는 휴믹물질과 색깔이나 화학적인 구조면에서 유사하므로 수돗물에 잔류하여 남아있는 염소와 반응하여 DBPs를 형성시킬 가능성이 있다.<sup>14)</sup>

먼저 먹는물수질기준의 상한규정 농도값에 해당하는 잔류염소 임계농도에서 DBPs 생성 정도를 파악하고자 NaOCl을 사용하여 잔류염소 농도를 대략 4 mg/l 정도로 조정된 1 l의 시험액(NaOCl을 주입한 수돗물)에 녹차엽 0.15 g을 주입하여 시간 경과에 따른 DBPs의 생성농도를 조사하였다. 그리고, 위와 같은 동일한 조건에서 THMs 생성 실험과 HAAs 생성 실험(기타 DBPs 항목 포함)으로 나누어서 시험을 진행하였다.

THMs의 실험 결과 녹차엽을 주입하지 않은 바탕 시험에서는 10분이 경과하는 동안 각각 bromoform 불검출, DBCM 1.3~1.5 µg/l, BDCM 5.3~5.8 µg/l 및 chloroform 14.7~16.6 µg/l 범위로 거의 일정하였다. 반면 녹차엽을 주입한 시험액에서는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 시간 경과에 따라 잔류염소가 감소되면서 chloroform이 11.7 µg/l에서 110.9 µg/l로 현저하게 증가되어 THMs의 주된 생성물질로 나타났다. 그러나, 바탕 시험액과 동일하게 bromoform은 검출되지 않았으며

**Table 1.** Changes of residual chlorine according to elapsed time (initial residual chlorine : 0.39~0.42 mg/l) (unit: mg/l)

Reaction time (min)	Blank	Green tea leaves (g)		
		0.5	1.0	5.0
instantly	0.39	0.39	0.37	0.42
1	0.38	0.39	0.36	0.33
2	0.38	0.35	0.36	0.26
3	0.39	0.34	0.30	0.07
5	0.38	0.24	0.02	0.02
7	0.38	0.05	0.02	0.01
10	0.37	0.05	0.01	0.01

**Table 2.** Changes of residual chlorine according to elapsed time (initial residual chlorine : 0.77~0.84 mg/l) (unit: mg/l)

Reaction time (min)	Blank	Green tea leaves (g)		
		0.5	1.0	5.0
instantly	0.80	0.84	0.78	0.77
1	0.80	0.82	0.69	0.71
2	0.79	0.80	0.49	0.63
3	0.80	0.64	0.50	0.57
5	0.79	0.47	0.34	0.01
7	0.79	0.24	0.07	0.01
10	0.80	0.05	0.02	0.01

DBCM과 BDCM의 농도도 거의 변화가 없었다.

수중의 유기물과 염소와의 반응에 의한 THMs 형성은 base-catalyst 상태에서 chloroform이나 bromoform을 생성하는 haloroform 반응으로 알려져 있다.<sup>15)</sup> Peters 등<sup>16)</sup>은 휴믹물질이 염소화(chlorination), 가수분해(hydrolysis)되어 chloroform이 형성되는 경로와 휴믹물질이 산화된 후 염소화 및 가수분해 과정을 거쳐 chloroform을 형성하는 두 가지 경로를 제안하였다. 전자의 경우 반응속도가 빠른 반면 후자의 경우에는 거대분자인 휴믹물질이 염소에 의해 느리게 산화되는 과정을 한 단계 더 거치므로 반응 과정이 전자에 비해 느리게 나타난다.

Fig. 3에서 chloroform의 생성 반응은 비교적 완만하게 증가하는 단계와 가파르게 증가하는 단계로 구분할 수 있다. 경과시간 5분까지는 chloroform이 완만하게 증가하는 단계로 볼 수 있으며 이는 녹차엽으로부터 용출되는 가용성 고형물중 polyphenol류와 같은 유사 휴믹물질이 느리게 진행되는 산화 과정과 관련이 있을 것으로 판단된다. 반면 5~10분 동안 chloroform의 생성 농도가 가파르게 증가한 단계는 잔류염소에 의해 염소화되고 가수분해되는 과정이 활발하였기 때문이며 결과적으로 위의 두 단계는 Peters 등<sup>16)</sup>이 제안한 chloroform의 생성 경로와 유사한 것으로 추정된다. 한편 Korshin 등<sup>17)</sup>도 DBPs가 5~10분 이내의 염소화에 의해서 상당량의 농도로 생성되었다고 보고한 바 있다.

Fig. 4에서와 같이 HAAs 실험 결과도 THMs와 유사한 경향을 보였는데, 초기 2분간의 반응 동안 잔류염소가 급속하게 감소하며 DCAA와 TCAA와 같은 HAAs가 증가하는 현상을 나타냈다. 그러나, HAAs 중에서 MCAA, MBAA 및 DBAA는 생성되지 않았으며 BCAA는 1 µg/l 미만으로 낮게 생성되었다. 생성된 HAAs중에서 DCAA와 TCAA는 주된 생성물질로 반응

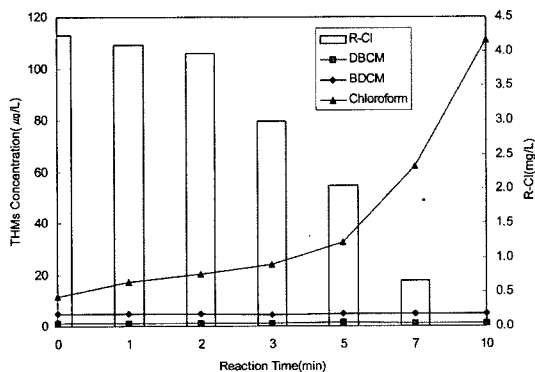


Fig. 3. Relationships between THMs, R-Cl and time.

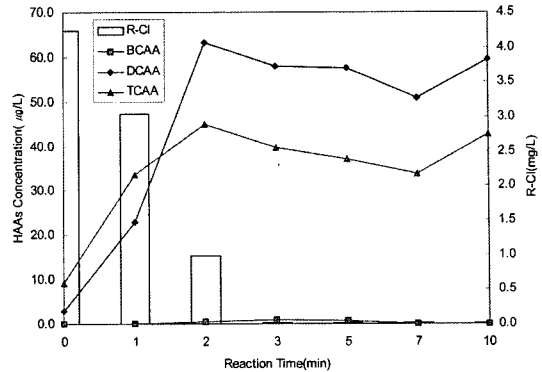


Fig. 4. Relationships between HAAs, R-Cl and time.

시간 2분까지 각각 63.2 µg/l, 45.0 µg/l까지 증가하다가 2분 이후부터 각각 50.9~59.5 µg/l, 33.9~42.8 µg/l의 범위로 완만하게 나타났다. 한편, 녹차엽을 주입하지 않은 바탕 시험에서는 경과 시간에 따라 MCAA, MBAA 및 DBAA는 생성되지 않았으며 BCAA 0.5~0.8 µg/l, DCAA 3.4~4.5 µg/l 및 TCAA 6.7~8.7 µg/l 범위로 거의 변화가 없었다. Fig. 3과 Fig. 4에서 DBPs 생성 실험을 동일한 시험액에서 채취하여 진행한 것이 아니므로 단정할 수 없으나 THMs와 HAAs가 다른 생성 패턴을 보여 향후 이에 대한 확인이 필요하다고 판단된다.

CH는 바탕 시험에서는 3.1~3.9 µg/l로 거의 변화가 없는 반면 3.7 µg/l의 초기 농도에서 3분 후 6.5 µg/l로 증가하였으며 3~10분의 경과시간 동안 약간 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 5). CH가 3분 경과후까지 증가하다가 그 이후에 낮아지는 경향을 보인 점은 CH가 chloroform이나 TCAA 생성의 전구물질 역할을 하는 중간 부산물(intermediate by-product)로 작용하여 분해되며 CH의 가수분해에 의한 chloroform의 생성 반응은 느리기 때문에 CH가 TCAA 생성의 전구물질 역할을 하는 것이 더 중요하다는 보고<sup>18)</sup>와 연관이 있는 것으로 사료된다.

녹차엽에는 유리아미노산이나 탄닌과 같은 질소 성분을 함유하고 있으므로<sup>9)</sup> 녹차엽을 시험액에 용출시 질소 계열 유기물의 용출 및 질소 계열 DBPs의 생성을 추정할 수 있다. 실제 Wu 등<sup>14)</sup>도 instant tea를 대상으로 한 DBPs 생성 실험에서 HANS나 CPN과 같은 질소 계열 DBPs가 생성되었다고 보고하였다. 본 실험에서는 CPN의 경우 거의 변화가 없는 반면 비록 미량이지만 HANS는 경과시간 초기 농도 2.9 µg/l에서 2분 후에 5.6 µg/l로 증가하다가 이후 완만하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 5). 이러한 경향은 DCAN이 수산화물의 간

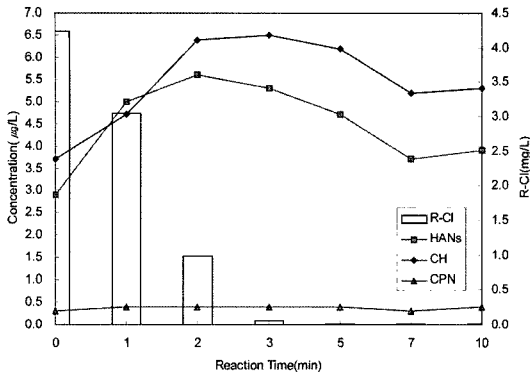


Fig. 5. Relationships between HANs, CH, CPN, R-Cl and time.

섭, 차아염소산염 및 물의 가수분해 등의 경로에 의해 분해되어 DCAA를 생성한다는 Reckhow 등<sup>19)</sup>의 보고와 같이 생성된 HANs중에서 가장 많은 부분을 차지하는 DCAN의 일부가 DCAA로 전환하였기 때문에 사료된다. 또한, HANs 중에서 TCAN이 생성되지 않은 이유는 DCAN 분해 과정에서 생성되는 디클로로아세트아마이드(dichloroacetamide)라는 중간 생성 물질이 촉매제 역할을 함으로서 TCAN이 DCAN보다 분해속도가 빠르기<sup>20)</sup> 때문으로 추정된다. 따라서, 실제 수돗물에서도 DCAN은 미량 검출되는 반면 TCAN은 거의 검출되지 않는 양상을 보이고 있다.<sup>21)</sup>

그리고, 생성된 HANs에서는 DBAN이 0.1~0.2 µg/l 범위로 미미하게 생성되었고 BCAN이 0.6~0.9 µg/l, 그리고 DCAN이 2.5~4.5 µg/l 범위로 HANs 중에서 가장 높게 생성되었다. 한편, 본 실험과 병행하여 수행된 바탕 시험에서는 CPN과 HANs의 변화가 거의 없었다.

녹차엽 주입시 실제 수돗물에서 DBPs의 생성 정도를 알아보고 자 초기의 잔류염소가 1.04 mg/l인 시험액 (NaOCl을 주입하지 않은 수돗물)에 녹차엽 0.15 g을 주입하여 DBPs의 농도 변화를 고찰하였다(Table 3). 실험

Table 4. Formation rates\* of DBPs according to elapsed time (unit: %)

Reaction time (min)	THMs	HAAs	HANs	CH	CPN
instantly	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	17.6	92.6	-3.7	-5.7	-33.3
2	42.0	116.7	18.5	5.7	0.0
3	18.8	104.6	7.4	-2.9	0.0
5	27.8	84.3	3.7	-2.9	0.0
7	31.3	113.0	7.4	2.9	0.0
10	34.1	102.8	-3.7	-25.7	-33.3

\*: formation rate =  $\frac{(formation\ conc. - initial\ conc.)}{initial\ conc.} \times 100$

결과 THMs와 HAAs는 초기에 17.6 µg/l, 10.8 µg/l에서 2분 경과후에 25.0 µg/l, 23.4 µg/l를 보여 최대 생성농도를 나타냈다. 그러나, 3~10분 경과시까지는 THMs와 HAAs가 각각 20.9~23.6 µg/l, 19.9~23.0 µg/l의 범위를 보이며 거의 생성농도의 변화가 없었다. 이에 앞서 바탕 시험에서는 각각 THMs 16.9~17.6 µg/l, HAA 9.6~12.4 µg/l, HANs 2.5~2.8 µg/l, CH 3.1~3.5 µg/l, CPN 0.2~0.3 µg/l 및 residual chlorine 0.99~1.05 mg/l로 시간 경과에 따라 거의 변화가 없었다.

시간 경과에 따른 잔류염소의 감소와 더불어 DBPs 생성률을 살펴본 결과 THMs와 HAAs는 반응시간 2분 후에 각각 42.0%와 116.7%의 최고 생성률을 보이며 17.6~42.0%, 84.3~116.7%의 범위를 보였다(Table 4). 그 외 항목중에는 HANs -3.7~18.5%, CH -25.7~5.7%, CPN -33.3~0.0%의 범위를 보였으나 THMs와 HAAs와는 달리 HANs와 CH가 2분 경과 후에 최고 생성률을 나타낸 것 이외에는 유의한 경향을 보이지 않았다.

Table 5에서는 시간 경과에 따른 총 DBPs에서 각각

Table 3. Changes of DBPs and residual chlorine according to elapsed time

Reaction time (min)	DBPs						R-Cl (mg/l)
	THMs	HAAs	HANs	CH	CPN	Total	
instantly	17.6	10.8	2.7	3.5	0.3	34.9	1.04
1	20.7	20.8	2.6	3.3	0.2	47.6	0.71
2	25.0	23.4	3.2	3.7	0.3	55.6	0.23
3	20.9	22.1	2.9	3.4	0.3	49.6	0.05
5	22.5	19.9	2.8	3.4	0.3	48.9	0.02
7	23.1	23.0	2.9	3.6	0.3	52.9	0.02
10	23.6	21.9	2.6	2.6	0.2	50.9	0.02

**Table 5.** Portion rates<sup>‡</sup> of DBPs according to elapsed time (unit: %)

Reaction time (min)	THMs	HAAs	HANs	CH	CPN
instantly	50.4	31.0	7.7	10.0	0.9
1	43.5	43.7	5.5	6.9	0.4
2	45.0	42.1	5.8	6.7	0.5
3	42.1	44.6	5.8	6.9	0.6
5	46.0	40.7	5.7	7.0	0.6
7	43.7	43.5	5.5	6.8	0.6
10	46.4	43.0	5.1	5.1	0.4

<sup>‡</sup>: portion rate=individual DBPs conc./total DBPs conc.

의 DBPs의 점유 비율을 살펴보았다. THMs는 초기 50.4%를 보이다가 반응시간이 경과한 후에는 42.1~46.4%로 시간 경과에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 반면 HAAs는 초기 31.0%에서 1~10분간 반응시간이 경과할수록 40.7~44.6%로 HAAs의 점유 비율이 증가하는 추세를 보였다. HANs, CH 및 CPN은 각각 초기 7.7%, 10.0%, 0.9%에서 반응후에는 각각 5.1~5.8%, 5.1~7.0%, 0.4~0.6%의 범위로 다소 감소하는 추세를 보였다. 즉, 용출된 녹차엽의 용존 유기물성분과 잔류염소가 반응하여 생성된 DBPs중 HAAs가 우점종 역할을 하는 것으로 나타났다. 따라서, 위의 결과는 CH가 TCAA 생성의 전구물질 역할을 한다는 보고<sup>18)</sup> 및 DCAN이 가수분해되어 DCAA를 생성시킨다는 보고<sup>19)</sup>와 일치하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

HAAs중 시간 경과에 따라 생성된 DCAA와 TCAA의 농도는 초기 4.1 µg/l, 6.7 µg/l에서 각각 4.9~9.1 µg/l, 14.3~16.9 µg/l의 범위로 DCAA에 비해 TCAA의 생성 경향이 우세하게 나타났다.

#### IV. 결 론

수돗물에 녹차엽을 주입한 후 수질변화 및 DBPs 생성 특성을 고찰한 결과는 다음과 같다.

1. 1~10분 동안 녹차엽 일정량을 시험액(수돗물)에 용출시켰을 경우 전기전도도의 증가율이 10% 이내로 미미하게 나타난 반면 UV<sub>254</sub> 측정값은 급격하게 상승하여 미네랄 성분보다는 용존성 유기물 성분의 용출 속도가 큰 것으로 나타났다.
2. 녹차엽에 의한 잔류염소 감소 반응은 1차 반응식으로 표현되며 녹차엽의 주입량이 증가할수록 잔류염소 감소속도가 크게 나타났다.
3. 잔류염소가 일정 농도로 존재하는 시험액(수돗물)

에 녹차엽을 주입한 후 1~10분 동안 반응시킨 결과 잔류염소는 감소되고 DBPs는 생성되었으며 특히, DBPs중 HAAs와 THMs의 생성이 큰 것으로 확인되어 잔류염소의 감소와 DBPs의 생성이 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다.

그러므로, 녹차엽을 수돗물에 넣어 음용할 때 잔류염소가 존재하는 수돗물보다는 잔류염소가 없는 끓인 수돗물을 이용하는 것이 보건학적 측면에서 바람직하다고 판단된다.

#### 참고문헌

1. 강원식, 이윤희, 정현희, 강민경, 김택중, 홍진태, 윤여표 : 녹차 카테킨이 지질과 산화 및 superoxide dismutase에 미치는 영향. 한국식품위생안전성학회, **16**(1), 41-42, 2001.
2. 박영현, 원은경, 손동주 : 녹차 카테킨류의 pH에 대한 안정성 연구. 한국식품위생안전성학회, **17**(3), 117-118, 2002.
3. 최혜자, 이우승, 황선주, 이인중, 신동현, 김학운, 김길웅 : 침출 조건에 따른 녹차 추출물의 성분 조성 변화. *Korean J. Life Science*, **10**(2), 203, 2000.
4. 이영자, 안명수, 홍기형 : 녹차, 우롱차 및 홍차의 일 반성분, 아미노산, 비타민류, 카테킨류 및 알카로이드류의 성분분석에 관한 연구. 한국식품위생안전성학회, **13**(4), 377-378, 1998.
5. Worley, J. L., Dietrich, A. M. and Hoehn, R. C. : Dechlorination techniques to improve sensory odor testing of geosmin and 2-MIB. *J. AWWA*, **95**(3), 109-117, 2003.
6. 김남천, 이진하 共譯 : 상수시험방법, 동화기술, 213, 1993.
7. 김현철 : 한강원수의 정수과정 중 용존유기물질에 대한 특성연구. 서울시립대학교대학원 공학박사 학위논문, 1-49, 2004.
8. 이윤진, 조관형, 최중현, 명복태, 남상호 : 정수처리에서 염소요구량 및 반응거동에 관한 연구. 한국환경위생학회지, **27**(1), 27-35, 2001.
9. 이미경, 이성우, 김성수, 이상효, 오상룡 : 침출조건에 따른 녹차의 성분 함량 변화. 한국식문화학회지, **4**(4), 412, 1989.
10. 안재찬, 박창민, 구자용 : 배급수계통에서 잔류염소 감소 특성 및 적용연구. 상하수도학회지, **19**(4), 488-491, 2005.
11. 최윤희 : 상수중 염소 소독부산물의 생성인자와 발생 특성에 관한 연구. 연세대 대학원 박사 학위논문, 11-21, 1999.
12. 황갑수, 김강주, 이영남, 여성구, 김진삼 : 군산시 호소수에서의 수질특성과 THMs생성에 관한 연구. 한국환경위생학회지, **27**(1), 44-50, 2001.
13. 황갑수 : 군산시 가정 수돗물 및 실내 풀장수에 있어 THMs생성에 관한 연구. 한국환경위생학회지, **26**(1), 78-84, 2000.
14. Wu, W. W., Chadik, P. A., Davis, W. M., Powell, D. H. and Delfino, J. J. : Disinfection byproduct forma-

- tion from the preparation of instant tea. *J. Agric. Food Chem.*, **46**, 3272-3279, 1998.
15. Trussel, R. R. and Umphres, M. D. : The formation of trihalomethanes. *J. AWWA*, **70**, 604-612, 1978.
  16. Peters, C. J., Young, R. J. and Perry, R. : Factors influencing the formation of haloforms in the chlorination of humic materials. *Environ. Sci. Technol.*, **14**(11), 1391-1395, 1980.
  17. Korshin, G. V., Wu, W. W., Benjamin, M. M. and Hemingway, O. : Correlations between differential absorbance and the formation of individual DBPs. *Wat. Res.*, **36**, 3273-3282, 2002.
  18. Barrott, L. : Chloral hydrate:formation and removal by drinking water treatment. *J. Wat. Sup.:Res. and Tech.-AQUA*, **53**(6), 381-383, 2004.
  19. Reckhow, D. A., Platt, T. L., Macneill, A. L. and McClellan, J. N. : Formation and degradation of dichloroacetonitrile in drinking waters. *J. Wat. Sup.: Res. Tech.-AQUA*, **50**(1), 1-12, 2001.
  20. Nikolaou, A. D., Golfinopoulos, S. K., Kostopoulou, M. N. and Lekkas, T. D. : Decomposition of dihaloacetonitriles in water solutions and fortified drinking water samples. *Chemosphere*, **41**, 1149-1154, 2000.
  21. Wu, W. W., Benjamin, M. M. and Korshin, G. V. : Effects of thermal treatment on halogenated disinfection by-products in drinking water. *Wat. Res.*, **35**(15), 3545-3550, 2001.