

# 다류에 의한 지하수의 수질변화 조사연구

조갑제 · 한상민 · 이경심 · 최진택 · 유숙진 · 김도순  
박정옥 · 김현실 · 유은희 · 강성원 · 이원구

수 질 보 전 과

## 다류에 의한 지하수의 수질변화 조사연구

### 수 질 보 전 과

조갑제 · 한상민 · 이경실 · 최진택 · 유숙진 · 김도순  
박정옥 · 김현실 · 유은희 · 강성원 · 이원구

## Study on variation of water quality in ground water by tea

### *Water Preservation Division*

G.J. Cho, S.M. Han, G.S. Lee, G.T. Choi, S.J. You, D.S. Kim,  
J.O. Park, H.S. Kim, E.H. Yoo, S.W. Kang, W.G. Lee

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of teas on ground water quality.

In this study, we conducted to boil the ground water with 2.5, 5, 10, 15 and 20g/l

dosage of *Cassia tora Linne Tea*, *Corn tea* and *Polygonatum odoratum var. pluriflorum Tea* respectively, at the range 5, 10, 15, 20, 30 and 40 min. We also conducted to boil with teabag in 5 minutes.

The boiled water with *Cassia tora Linne Tea* showed a 74.5% decrease of Zn, a 81.3% decrease of Mn, a 24.0% decrease of As and a 32.7% decrease of F, maximumly. Generally, the boiled water with the 10 minutes showed minimum concentration of Heavy metal. However,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  gradually increased regardless of tea dosage.

The boiled water with *Roasted barley Tea* for 15 minutes showed 34% removal of As with 15g/l dosage, but *Roasted barley Tea* did not show the effects of tea on removal of Zn, Mn,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Also *Corn tea* and *Polygonatum odoratum var. pluriflorum Tea* did not show feasibility of Heavy metal and Anion removals in the ground water.

**Key words** : ground water quality, boil, dosage, removal

## I. 서 론

최근 수돗물의 대표적 오염사고로 '90년 트리할로메탄에 의한 발암성파동, '91년 대구 폐놀 유출, '94년 낙동강 악취사고를 겪으면서 수돗물의 안전성에 회의를 갖게 만들었다. 이에 따른 반사수요는 지하수를 수원으로하고 있는 먹는샘물의 판매에서도 그대로 반영되어 '95년도 472천톤에서 매년 급격히 증가하여 '97년말에는 1,134천톤으로 늘었으며, 부산에서만 지하수 개발이용이 7,582공에서('99년말 기준) 일일 220,637m<sup>3</sup>를 취수사용하고 있는 실정으로 이는 전국 광역시중 최고로 불신의 폭을 가늠할 수 있게하고 있다.

가정용지하수나 용수는 일반적으로 충적층이나 풍화대에 부존되어 있는 천층 지하수와 심부 암반층내 암석의 절리, 층리, 파쇄대내에 부존하는 암반 지하수를

이용하고 있다. 지하수 수질은 지질작용을 통하여 형성되고, 각종 원소가 용출하여 광천수가 되며, 용출되는 원소중에는 인체에 유해한 중금속 등이 존재하여 그대로 이용할 수 없는 지하수도 있으나, 대부분은 수질이 양호하여 별도의 정수처리 없이 음용할 수 있다.

그러나 많은 사람들이 미생물에 의한 오염가능성, 안전성, 맛, 향기를 요구하는 개인취향 때문에 손쉽게 구할 수 있는 전통 다류재료를 투입하여 끓여 마시는 경우가 많으며, 이러한 식습관은 옛부터 쌀을 이용한 우리나라 전통 고유음료인 송늬에서 출발한 것으로 여겨지나, 식생활 양식이 바뀌고 취반 형태도 전기밥솥에 의존하고 있는 현대 생활에서도 그대로 나타나 송늬를 얻으려면 밥을 별도로 태워야하는 번거로움 때문에 대용차가 등장하게 된 것으로 보인다.

따라서 본 연구는 대용차로 이용되고 있는 다류재료중 시중 판매장에서 구입한 결명자차, 볶음보리차, 옥수수차, 둥글레차, Teabag류를 일반 가정에서 사용하는 방법에 따라 가공 없이 수중에 투입하여 맛과 향을 유지함과 동시에 유해 중금속 및 이온성분 제거에 효율적인 다류종류와 첨가량, 끓이는 시간에 따른 변화를 조사하여, 실생활에서 이 재료를 이용하는 시민들에게 재료 선택에 대한 정보제공을 목적으로 본 연구를 실시하게 되었다.

## II. 문 헌 고 찰

### 1. 차의 정의 및 효능

차의 본뜻은 차나무에서 어린잎을 따서 만든 것을 말하며, 찻잎은 75~80%의 수분과 20~30%의 고형물로 이루어졌으며, 고형물에는 Caffeine, Tannin, 단백질, 비타민 등 30여가지의 성분이 함유되어 있어, 각성작용, 강심작용, 이뇨작용, 해독작용, 소염작용 등을 하는 것으로 알려져 있다.

우리가 마시는 민속차는 잎이나 열매, 껍질, 뿌리로 끓인 음료를 대용차라하여 그 종류는 결명자차, 보리차, 옥수수차, 둥글레차, 인삼차, 모과차, 매실차, 유자차,

대추차 등 약 200여종에 이른다.

특히 결명자차는 고혈압과 관련이 있는 Angiotensin I 전환효소 저해작용, 아질 산염 소거작용, 발암 promotion 억제작용과 간장에서 효소의 분해 촉진, 콜레스테롤치 저하, 혈압이 높아 나타나는 두통이나 어지럼증에도 효과가 뛰어나며, 위질환, 장질환, 이질, 수토병, 야맹증, 충혈, 숙취에 결명자를 다려서 차용으로 자주 마시면 대단히 효과가 좋은 것으로 알려져 있다.

또한 간기능 장애로 눈이 침침하며 머리가 무겁고 초점이 흐려져 있을 때 장복하면 효능이 있는 대표적 대용차이기도 하다.

복음보리차에도 소변불통, 대소변하혈, 손발과 얼굴의 피부가 들 때, 황달병, 식욕부진, 헛배가 부를때, 신장염 수종증에 좋고, 위장장애, 빈혈, 동맥경화, 체력증강에 효능이 뛰어나고,

옥수수차는 이뇨작용, 말초혈관의 확장에 대한 순환계 작용, 혈당을 내리는 작용, 쓸개즙의 배출촉진 및 지혈작용, 고혈압, 담석, 속농증, 부종, 각기, 황달간염에 좋은 것으로 전해오고 있다.

등글레는 백합과 다년생 초본으로 뿌리에는 전분이 40~60%이상 함유하여 구황식품으로 이용되기도 하며, 차로써 약리적 효능은 강장, 강정, 지한, 해열에 효험이 있고, 혈압 및 혈당, 강심 강하작용과 차로써 장기 복용시 안색과 혈색을 좋게 하는 것으로 알려져 있다.

## 2. 실험대상 항목의 특성

대용차로 이용되는 다류재료는 수중에서 인체에 유해한 성분도 함께 제거되어 일석이조의 효과가 있으며, 여기에는 물리적 흡착이 주로 작용하는 것으로 알려져 있다. 흡착능을 높이기 위해서는 용해도가 낮을수록 좋으며, 이온가가 높을수록, 등가이온에서는 분자의 크기와 수화된 이온반경이 작을 수록 흡착이 잘 일어나며, 실제적으로 흡착제와 흡착물질과의 특이성이나 pH, 온도, 농도 등의 여러 가지 요인이 동시에 작용하기 때문에 몇가지 요인만으로 설명하기는 쉽지는 않다.

다음은 '97. ~ '99. 사이 본 연구원에 의뢰된 부산지역 지하수에서 먹는물 수질기준

항목중 중금속류(As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Se, Zn)와 이온성분(F,  $SO_4^{2-}$ , Cl,  $NO_3-N$ )에서 검출빈도가 높은 항목만을 실험대상으로 하여 그 특성을 살펴보았다.

Zn은 청백색의 광택 있는 금속원소로 납과 철의 황화물과 함께 주로 광석 중에 황화아연( $ZnS$ )의 상태로 존재하며, 독성은 매우 낮으나 가용성 아연염류를 일시에 다량 섭취하게되면 구토, 설사, 장통증 등의 급성 중독을 일으키고, 다량 존재시 밍은 맛을 내며,  $5.0mg/l$ 이상에서 흰우유빛을 나타내고 끓이면 기름 막을 형성한다.

As는 금속광택이 나는 결정성의 무른 고체로 자연계에 존재하며, 황 및 많은 금속(구리, 코발트, 납, 아연 등)과 화합물 형태로도 존재한다. 만성중독시 열이 나고, 식욕부진, 구토, 설사, 종기, 피부를 검게 변하는 증상, 호흡기관 장애 등이 나타나며 급성중독시는 중추신경계에 장애를 유발한다는 보고가 있다.

Mn은 금속원소로 인체를 구성하는 무기물로 주로 지질에 기인하며 토양 속의 망간은 불용성의 이산화망간으로 존재하는데 혐기성 상태에서  $Mn^{4+}$ 이  $Mn^{2+}$ 로 환원하여 쉽게 용해가 된다. 급성중독시 신경장애, 권태감, 두통, 관절통, 만성중독시 불면, 언어장애, 근육경련 등이 발생하며, 유해한 미생물이 망간을 농축하며 맛, 냄새 혼탁도를 유발한다.

F는 할로젠 원소의 하나로 상온에서는 황록색의 기체로 반응력이 강하며 지질중의 형석, 빙정석, 인회석 등은 불소의 주요 광석으로, 특히 형석은 온천지대에 많이 분포되어 있는데 온천지대의 지하수의 경우 불소가 다량 함유한 경우가 많다. 반상치는 보통  $1.5mg/l$ 이상에서 발생하는데 영구치가 형성되는 8~10세 어린이에게 중요한 영향을 준다. 고농도에서는 출혈성 위장염, 급성신장염이 발생한다.

$NO_3-N$ 는 오염된 지표수와 토양속에 농축되었던 질산염이나 단백질과 같은 복잡한 질소화합물이 부패, 발효, 산화 과정에서 최종적으로 생성되어 강수와 함께 지하대수층에 침투하여 수중에 존재하는 물질로, 신체에 빠르게 흡수되어 세균의 환원작용에 의해 생체내에서 쉽게 질산염이 아질산염으로 변하여 hemoglobin과 함께 산소의 결합력을 떨어뜨려 Methemoglobin 농도가 전체 hemoglobin의 10%이상일 때 Methemoglobinemia(유아청백증)라는 빈혈증상이 나타나고 50%이상이면 위험하다.

Cl는 인간체내 가장 풍부한 음이온으로 양이온과 결합하여 세포외액의 삼투작용을

한다. 맛역치는 200~300mg/ℓ이며 250mg/ℓ이상이면 관맛을 낸다. 일상적인 성분으로 독성 효과가 없으며 토양 중에 흡수되지 않으며 쉽게 측정이 되기 때문에 우물 등의 오염을 추적하는 지표로 이용된다.

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 원소상태의 S가 황산화 박테리아에 의하거나 화학적 산화에 의해 생성되는 이온 황산마그네슘으로서 400mg/ℓ이상에서 하제효과(설사)를 나타낸다.

### III. 실험재료 및 방법

#### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 재료는 시중에서 판매하고 있는 결명자차, 볶음보리차, 옥수수차, 둥글레차 및 Teabag(볶음보리, 결명자, 옥수수차, 둥글레)류 4종을 구매하여 별도의 처리 없이 실험에 사용하였으며, 각 재료의 제조사 및 재료원산지 등은 Table 1과 같다.

Table 1. The place of origin and maker of tea materials.

Tea materials	Maker	Net weight	The place of origin
Cassia tora Linne Tea	S	500g	China
Roasted barley Tea	J	500g	Korea
Corn Tea	J	500g	Korea
Polygonatum odoratum var. pluriflorum Tea	G	500g	Korea
Cassia tora Linne Tea(Teabag)	D	8g × 15EA	China
Corn Tea( ≍ )	D	10g × 15EA	Korea
Roasted barley Tea( ≍ )	D	10g × 15EA	Korea
Polygonatum odoratum var. pluriflorum Tea( ≍ )	G	5g × 12EA	Korea

## 2. 지하수 인공시료 및 실험항목

지하수는 일반적으로 여러 중금속류가 용존되어 있으나, 이는 외부 오염물질 영향보다는 특정 지질의 영향으로 단일 내지 2~3가지 원소가 용존하는 경우가 많으므로 본 실험에서 요구되는 7개 항목의 목적원소 및 이온성분이 공존하는 시료를 만들기 위해 본 연구원에 분석 의뢰된 지하수중 실험목적 원소 함유량이 낮은 깨끗한 지하수를 선정하여 실험에 알맞게 Zn, Mn, F<sup>-</sup>의 각 농도를 1.0mg/ℓ, As 농도는 0.05mg/ℓ, NO<sub>3</sub>-N 5.0mg/ℓ, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 10.0 mg/ℓ의 농도로 각각 함유되도록 조제하였으며, 여기에 사용된 시약은 모두 특급을 사용하였다.

### ※ 실험항목(7개 항목)

중금속류 : As, Zn, Mn,

이온성물질 : F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>

## 3. 실험방법

조제된 지하수 시료에 다류제료를 투입하고 Fig. 1과 같은 방법으로 투입량과 끓인 시간에 따라 시료수를 획득하였고, Teabag류는 1, 2, 3포를 투입하고 모두 5분간 끓여 각 시료로 하였으며, 일반 가정에서 음용에 이용하는 조건을 최대한 본 실험에서도 적용시켜 끓인 시간에 따라 증발농축량을 감안하여 초기농도 변화정도를 알아 볼수 있도록 시료를 취하였다.

각 시료의 분석방법은 먹는물수질공정시험방법에 따랐으며, 중금속류의 Zn과 Mn은 Atomic Absorption Spectrophotometer(Varian, SpectrAA-100), As는 Furnace Zeeman 5100ZL(Perkin Elmer)로 분석하였고, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 Ion Chromatograph(Model M600, Waters)로, F는 UV/VIS(CARY3, Varian)에서 각 농도를 정량하였다.



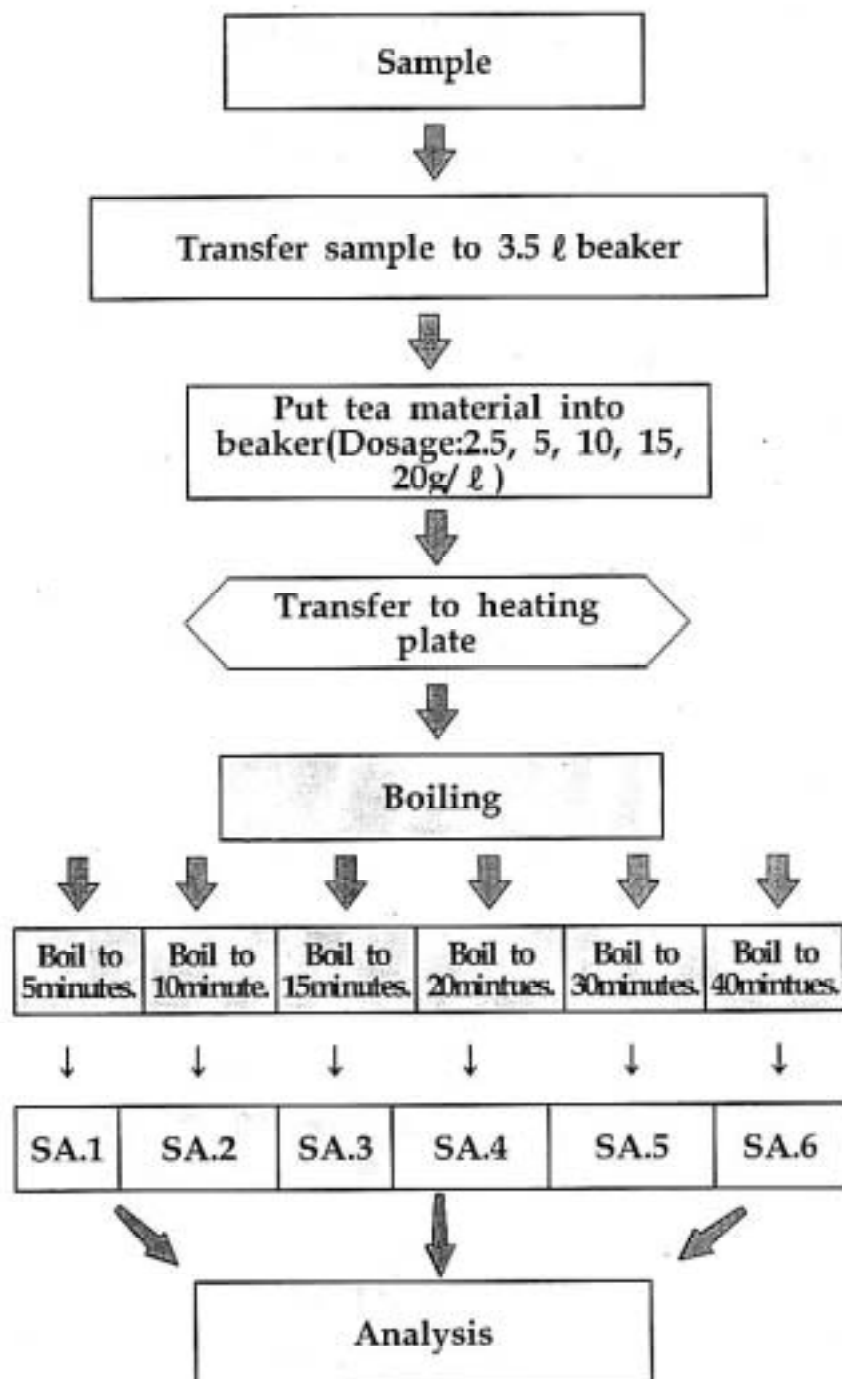


Fig. 1 Experimental flow chart.

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 투입량과 끓인 시간에 따른 농도변화

결명자차, 볶음보리차, 옥수수차, 동글레차, Teabag(볶음보리, 결명자, 옥수수차, 동글레)차를 2.5, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0g/ℓ을 각각 넣고 5, 10, 15, 20, 30, 40분간 끓여 얻은 시료로부터 수질변화를 살펴보았다.

끓인시간이 지속될수록 시료 대부분에서 농축현상을 보여 초기농도 보다 최종 농도가 약간씩 증가하였으나, 수량감소에 따른 농축농도를 감안하면 좋은 결과를 보였다.

Fig. 2 ~ Fig. 5는 본 실험에서 전반적으로 농도변화가 가장 많았던 20.0g/ℓ 다류를 투입하고 끓인시간에 따른 변화를 살펴보았으며, 제 1Y축에는 Zn, Mn, As, F<sup>-</sup> 농도를, 제 2Y축에는 NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>를 각각 나타냈었다.

#### 1) 결명자차

가장 효과가 큰 투입량은 결명자를 20.0g/ℓ을 넣고 15분간 끓였을 때 Zn 80.4%, Mn 84.7%씩 각각 감소하여 가장 높은 농도 감소가 있었으며, As 는 5.0g/ℓ투입시 24.0%가 감소한 반면 F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 제거 효과가 없었다.

그러나 증발에 따른 농축량을 감안할 때, 20.0g/ℓ투입하고 10분간 끓인 후 F<sup>-</sup> 38.8%가 감소하였고, NO<sub>3</sub>-N 10.0g/ℓ투입하고 15분간 끓인 시료에서 7.2%가 감소 하였으나, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>에서는 농도감소를 기대하기 어려웠다.

#### 2) 볶음보리차

대체로 재료투입량이 증가할수록 실험 증금속 및 이온류의 농도 변화효과가 높았으며, 증발에 따른 수량감소를 포함하면 농도 변화는 다음과 같이 나타났다.

볶음보리 2.5g/ℓ를 투입하고 5분간 끓인농도가 Zn 4.8%, Mn 3.1%, As, 0.1%, F<sup>-</sup> 0.3%, NO<sub>3</sub>-N 1.9%, Cl<sup>-</sup> 0.2%, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 4.2%씩 각각 감소한 반면, 투입 량을 증가하여 20.0g/ℓ으로 하였을 때 농도변화는 Zn 44.5%, Mn 33.6%, As 1.5%, F<sup>-</sup> 0.1%, NO<sub>3</sub>-N

1.0%, Cl<sup>-</sup> 0.1%, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 15.2%로 각각 감소하였으나, Zn, Mn을 제외한 As 및 이온성분의 농도감소는 낮게 나타났다.

### 3) 옥수수차

농축량을 감안하여 얻은 시료로부터 5분간 끓인 경우는 Zn 20.9%, Mn 16.3%가 감소한 반면 다른 실험항목에서는 농도감소를 기대하기 어려웠다. 차츰 끓인시간과 재료투입량을 증가하여 10.0g/ℓ하였을 때는 Zn 23.6%, Mn 19.2%, As 0.1%, F<sup>-</sup> 0.6%, NO<sub>3</sub>-N 6.8%, Cl<sup>-</sup> 3.9%, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 0.1%씩 감소하였다. 그러나 투입량을 20.0g/ℓ하여 실험한 결과 Zn 37.9%, Mn 30.2%로 각각 증가하여 감소하였으나, 나머지는 변화가 없었다.

### 4) 등글레차

농축량을 감안하더라도 Zn, Mn의 농도는 약간씩 감소변화를 보였으나, 다른 실험항목은 변화가 없었다.

### 5) Teabag류

농축농도를 무시하면 결명자Teabag에서 Zn은 13.6~35.5%, Mn 11.5~29.9%, As 14.0~16.0%의 변화가 있었으나, 다른 종류의 Teabag에서는 작은 농도감소만 있었다.

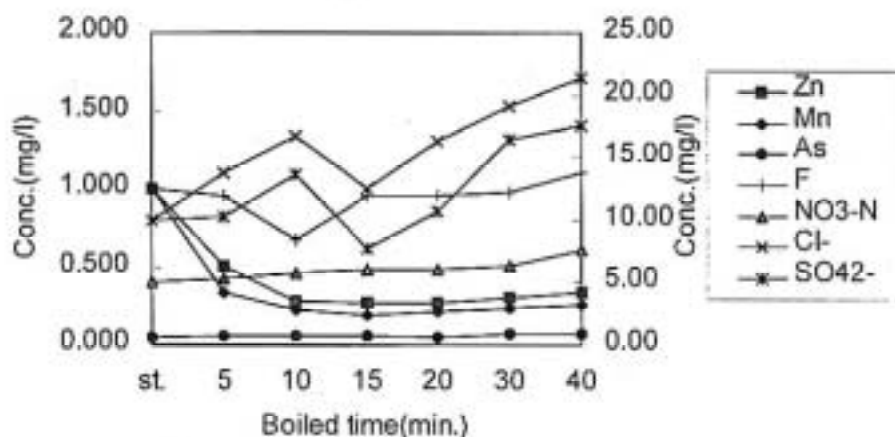


Fig. 2 Heavy Metal and Anion concentration on the boiled time and dosage by *Cassia tora* Linne Tea (dosage : 20.0g/ℓ)

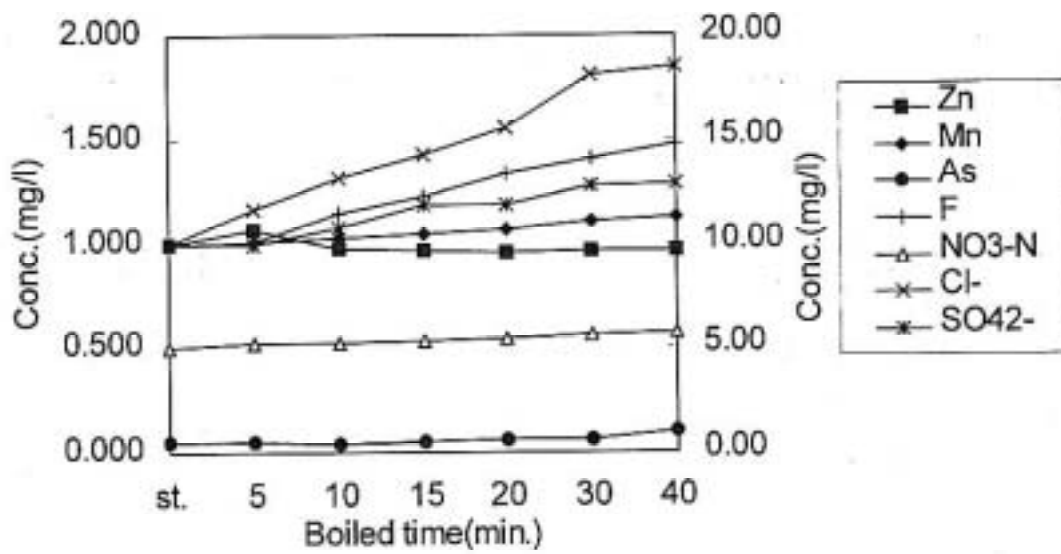


Fig. 3 Heavy Metal and Anion concentraion on the boiled time and dosage by *Roasted barley Tea* (dosage : 20.0g/ℓ)

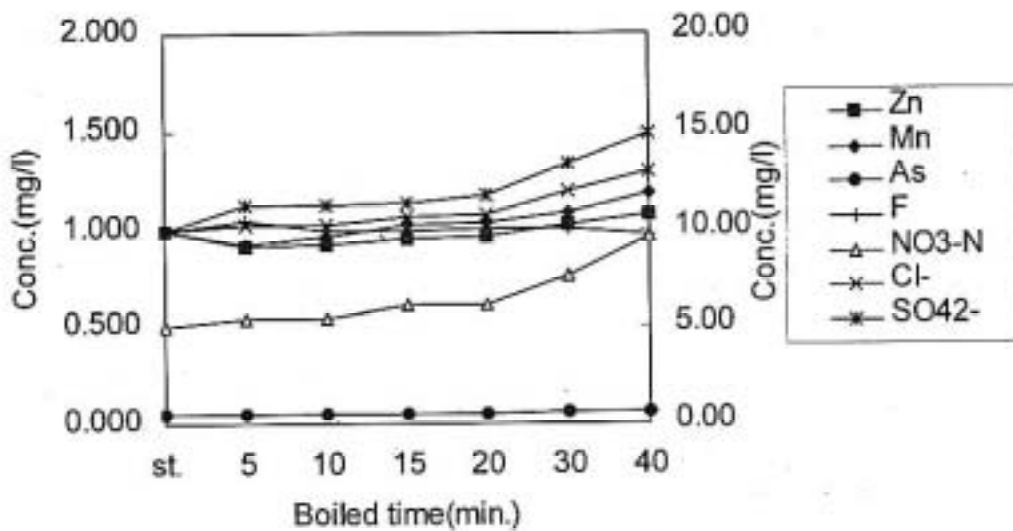


Fig. 4 Heavy Metal and Anion concentraion on the boiled time and dosage by *Corn Tea* (dosage : 20.0g/ℓ)

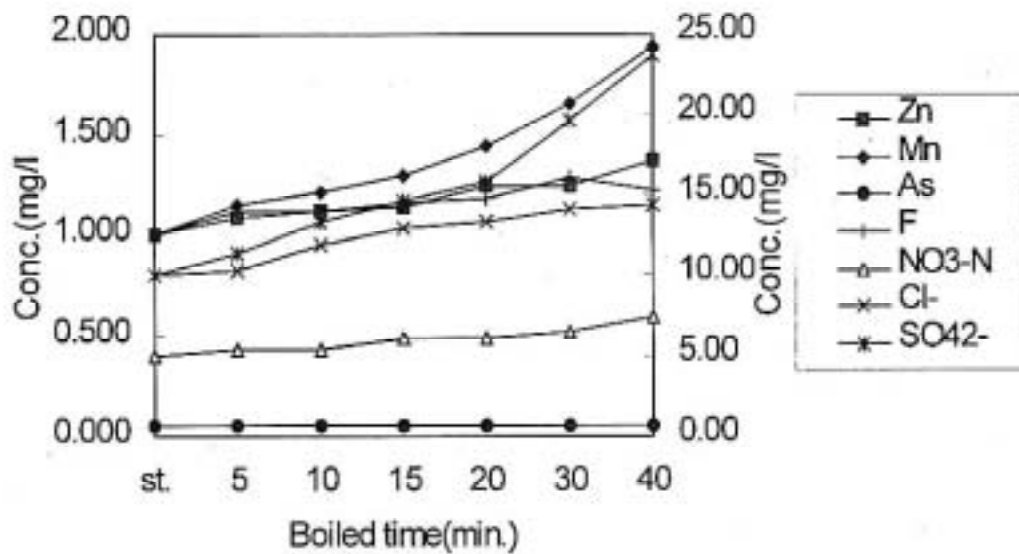


Fig. 5 Heavy Metal and Anion concentration on the boiled time and dosage by *Polygonatum odoratum var. pluriflorum* Tea (dosage : 20.0g/l)

## 2. 중금속류 농도변화

### 1) 결명자차

결명자(Teabag 포함)를 넣고 끓인 시료에서 Zn농도가 재료 투입량에 따라 12.1~80.4%까지 감소하였고, 20.0g/l을 넣고 15분간 끓였을 때 가장 좋은 결과가 나타났다.

흡착된 중금속은 끓인시간이 지속될수록 탈락하는 현상과 증발농축의 원인으로 투입량에 관계없이 끓이는 시간이 20분을 넘으면서 제거율은 오히려 감소하는 현상이 나타났다.

Mn농도는 결명자 20g/l 넣고 15분간 끓인후 84.7%가 감소하여 최대를 보였고, 투입량을 2.5(14.5%↓), 15.0(80.9%↓)g/l로하여 20분간, 5.0(56.3%↓), 10.0(76.0%↓)g/l을 하여 30분간 끓였을 때 대체로 높은 제거효율을 나타냈다.

As 농도는 제거 효과가 낮았으나, 농축량을 무시하면 5g/l을 투입하고 20간 끓였을

때 농도가 14.0%가 감소하였다.

결명자Teabag차 1, 2, 3포를 넣어 실험한 결과 Zn은 13.6~35.5%, Mn 11.5~29.9%, As 14.0~16.0%가 각각 감소로 나타났고, F는 1포 넣었을 때 5.5%가 감소한 반면, 2포를 투입한후 5.8%, 3포에서는 14.6%가 각각 증가하였다.이 결과는 농축량을 감안하면 초기농도 변화가 거의 없는 결과다.

## 2) 볶음보리차

Zn, Mn의 농도는 농축되어 증가하였고, 재료투입량이 많을수록 변화가 낮게 나타났다. 투입량의 대부분에서 바당시험 결과보다 증가량이 둔하였으나, 이번 실험에서 최대량인 볶음보리 20g/ℓ를 투입한 경우 농축정도가 조금 낮았고, Zn농도는 20g/ℓ을 투입하고 20분간 끓였을 때 4.9%의 감소효과가 있었다.

Mn농도는 재료투입량에 관계없이 초기농도보다 증가하였고, 20.0g/ℓ 넣고 30분간 끓였을때 가장 낮은 증가율인 10.8%로 나타났다. 이 결과는 증발에 따른 농축량을 감안하면 37.5%의 제거율과 같다. As농도는 15g/ℓ을 투입 15분간 끓였을 때 34.0%가 제거되었으며, Teabag차에서는 Zn, Mn, As의 농도변화를 기대할 수 없었다.

## 3) 옥수수차

중금속은 대부분 증발농축되어 농도가 상승하였으나, 농축량을 감안하였을때, 20 g/ℓ을 투입하고 5분간 끓였을 때 Zn 37.9%, Mn 30.2%로 최대 감소폭을 보였다. As농도는 15g/ℓ을 투입후 20분간 끓였을 때 8.0%까지 제거되는 결과가 나왔으나, 농도상승도 있었다.

옥수수Teabag차는 투입량이나 끓인시간에서 초기농도보다 상승하여 기대 만큼의 감소효율은 없었다.

## 4) 통글레차

통글레차는 Zn, Mn의 농도가 투입량이나 끓인시간에 관계없이 농축되어 증가하는 현상을 보였으나, As 농도는 통글레차 10g/ℓ투입 5분간 끓였을 때 12%까지 제거

되었다.

Teabag차는 투입량에 관계없이 농도변화를 기대하기 어려웠다.

### 3. 이온물질 농도변화

F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 중금속류 실험결과와 약간 다른 양상을 보였으며, 끓인 시간이 지속될수록 투입재료로부터 제거되는 이온량보다 농축 증가하는 양이 높아 농도변화를 기대하기는 어려웠다. 그러나 농축량을 무시할때 재료투입량이 많을수록 변화는 낮았다.

#### 1) 결명자차

F<sup>-</sup>의 초기농도 변화는 끓인시간 변화에 둔하였으나, 20g/ℓ투입하고 10분간 끓인후 제거율이 38.8%로 최대였으며, 다른 투입량 실험에서도 10분대가 가장 최저농도 값을 나타냈고, 전반적인 농도감소 효율면에서는 10g/ℓ투입이 가장 바람직 하였다. 반면 NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 재료투입량에 관계없이 완만한 농도상승을 보인 반면, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>에서는 15분간 끓인후 농도가 전체적으로 낮아지는 경향이 뚜렷하였다.

Teabag차에서는 4개 이온성분이 전반적으로 농축되어 상승하였다. F<sup>-</sup>는 1포 넣었을 때 5.5%가 감소한 반면, 2포를 투입한후 5.8%, 3포에서는 14.6%가 각각 증가하였다. 이 결과는 농축량을 감안하면 초기농도 변화가 거의 없는 결과다.

#### 2) 볏잎보리차

이온농도는 끓인시간이 지속될수록 농축상승하는 결과를 보여 농도 감소를 기대하기 어려웠으나, 투입량이 많을수록 둔한 상승을 보였다.

2.5g/ℓ를 투입하고 5분간 끓인시료에서 F<sup>-</sup> 0.3%, NO<sub>3</sub>-N 1.9%, Cl<sup>-</sup> 0.2%, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 4.2%씩 각각 감소한 반면, 투입량을 증가하여 20.0g/ℓ으로 하였을 때 농도변화는 F<sup>-</sup> 0.1%, NO<sub>3</sub>-N 1.0%, Cl<sup>-</sup> 0.1%, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 15.2%로 각각 감소하였다.

Fig. 6 ~ Fig. 8은 볏잎보리차에 의한 이온성분 농도변화를 나타내었다.

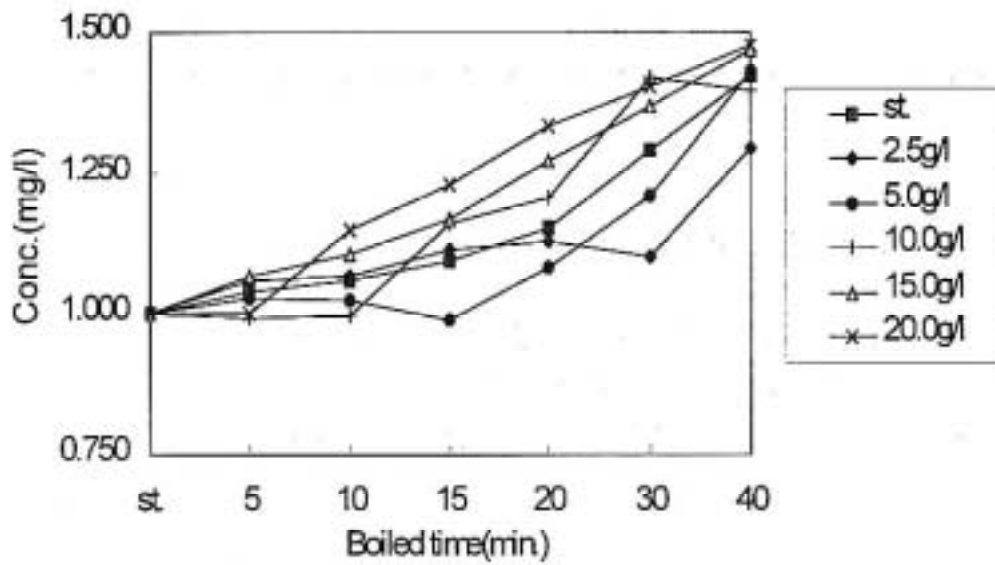


Fig. 6 F<sup>-</sup> Concentraion with the boiled time and dosage of *Roasted barley Tea*.

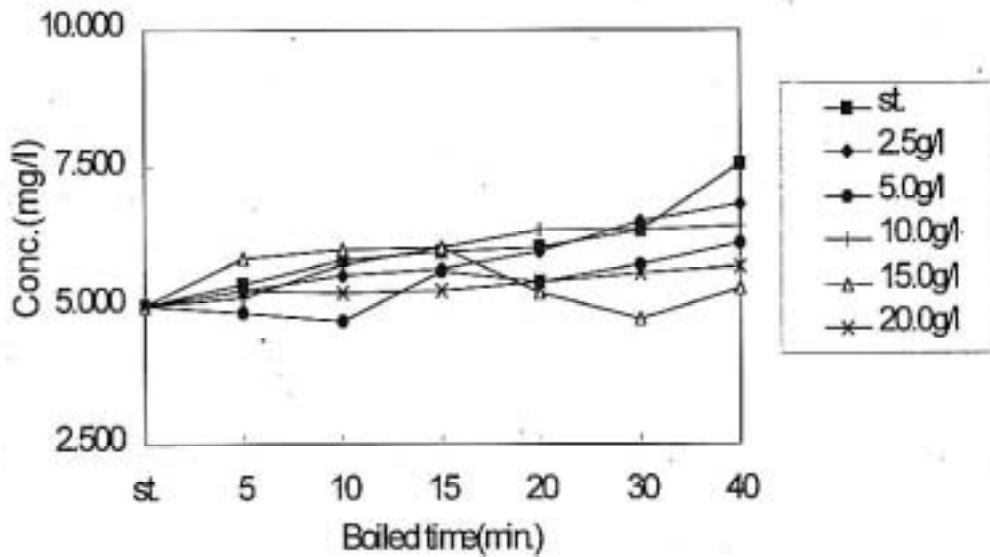


Fig. 7 NO<sub>3</sub>-N Concentraion with the boiled time and dosage of *Roasted barley Tea*.



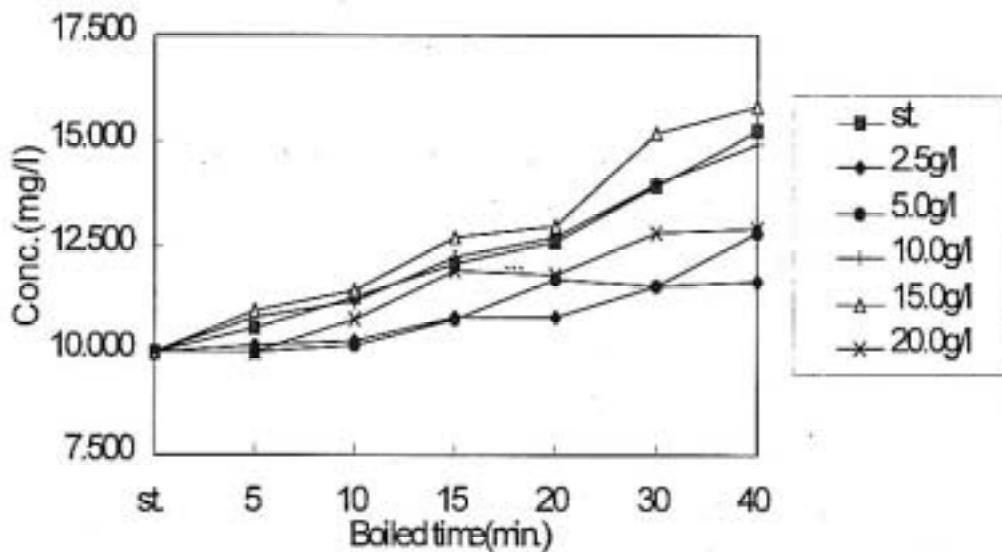


Fig. 8 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Concentraion with the boiled time and dosage of *Roasted barley Tea*.

### 3) 옥수수차

F는 20g/l 투입하고 20분간 끓였을 때 초기농도 보다 3.0% 정도의 농도감소가 있었다.

NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 은 농축 상승하는 결과를 보여 농도감소는 기대하기 어려웠고, Teabag차는 끓인시간이 경과할수록 더 높은 농도 증가를 가져왔다.

### 4) 둥글레차

F, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 재료투입량보다 끓인시간이 경과 할수록 약간씩 농축되어 증가하였다. 수량감소에 따른 농축농도를 감안하면, F는 20g/l을 투입하여 40분간 끓인후 농도가 14.0%가 감소하였고, 같은 조건에서 NO<sub>3</sub>-N는 2.4% 감소로 나타났다. Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 의 농도변화는 기대하기 어려웠다.

Teabag차에서도 옥수수차와 비슷하여 농도 감소를 기대하기 어려웠다.

## V. 결 론

결명자차, 볏음보리차, 옥수수차, 둥글레차, 2.5, 5, 10, 15, 20g/ℓ을 각각 넣고 5, 10, 15, 20, 30, 40분간 끓였으며, Teabag(볶음보리, 결명자, 옥수수차, 둥글레)차는 5분간 끓인 시료로부터 수질변화를 살펴보았다.

1. 결명자차를 넣고 끓인 시료에서 Zn농도가 재료 투입량에 따라 80.4%까지 감소하였고, Mn농도는 84.7%, As는 24.0%로 각각 최대 감소율을 나타냈으며, 대체로 10~15분간 끓인 시료에서 가장 최저농도 값을 보였다.

반면 F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 재료투입량에 관계없이 완만한 농도상승을 보였으나, 수량증발에 따른 농축량을 감안하면 농도증가는 낮게 나타났다.

2. 볏음보리차를 20g/ℓ투입하고 끓인 시료에서는 농축량을 감안할 때 Zn 44.5%(20분), Mn 37.5%(30분)의 농도가 감소하였고, 재료투입량이 많을수록 감소폭은 높게 나타났다. As는 15g/ℓ을 투입하고 15분간 끓였을 때 34.0%가 제거 되었으나, F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>은 제거효과는 낮았다.

3. 옥수수차에서는 농축량을 감안했을 때 20g/ℓ 넣고 5분간 끓였을 때 Zn 37.9%, Mn 30.2%로 최대 감소값을 보였다. As농도는 15g/ℓ을 투입후 20분간 끓였을 때 8.0%가 제거되는 결과가 나왔으나, F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 농도감소는 기대하기 어려웠다.

4. 둥글레차에서는 Zn, Mn, As, F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 농도가 재료투입량이나 끓인시간에 관계없이 농축되어 제거효과는 없었다.

5. Teabag류에서 결명자를 1, 2, 3포를 넣어 실험한 결과 Zn은 35.5%, Mn 29.9%, As 16.0%로 감소하였으나, 보리차, 옥수수차, 둥글레차는 증금속이나 F<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>의 제거효과는 기대하기 어려웠다.

## REFERENCES

1. 여생규, 「한국산 차 성분의 기능특성」, 1995, 부산수산대학교
2. 박영범, 「결명차 추출물의 기능특성」, 1994, 부산수산대학교
3. 도정룡, 「전통 기호음료 성분의 생화학적 기능특성」, 1992, 부산수산대학교
4. 이상점, 「現代韓方 藥物學」, 원광대학교한의과대학
5. Standard methods for the Examination of water and waste water 14th Ed, American Public health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1976.
6. 건설교통부, 「1998년 지하수조사연보」, 1999
7. 먹는물水質公定試驗方法, 環境部, 1997
8. 日本藥學會編 衛生試驗法・註解, 金原出版株式會社, 1990
9. Cooney, R. V. and P. D. Ross(1987) : N-nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution : Effects of vanillin and related phenols. J. Agric. Food Chem.
10. D. A. Skoog. Principles of Instrumental Analysis, 3rd ed. Saunders College Publishing, P. A., 1985.
11. 김동수의 5, 「천연식품 성분에 의한 발암성 니트로사민 생성인자 분해작용」 한국수산학회지, 1987.
12. 윤석권, 김우정, 「보리의 볶음조건이 보리차의 품질 및 수율에 미치는 영향」 한국수산학회지, 1989.
13. 김호우 외4명, 「결명차의 중금속 제거효율에 관한 연구」 경남보건환경연구원보, 1995.
14. 강동훈 외4명, 「동글레차의 중금속 제거효율에 관한 연구」 경남보건환경연구원보, 1996.
15. Tanizawa, H., Tada, Sazuka, Y., Hayashi, T. Arich, S. and Takino, Y. 「Natural antioxidants. I. Antioxidative compounds of tea leaf」 Chem, Pharm. Bull, 32, p. 2011. (1984).