



국내 정수장의 부식성 특성 연구

Study on corrosion characteristics of treatment plants in Korea

민병대·정현미·이이내·최인철·안경희·박주현*

Byung-dae Min·Hyen-mi Chung·Lee-nae Lee·Inchol Choi·Kyunghee Ahn·Ju-hyun Park*

국립환경과학원 상하수도연구과

Water Supply and Sewerage Research Division, National Institute of Environmental Research Environmental Research Complex, Hwangyeong-ro 42, Seo-gu, Incheon, Korea

ABSTRACT

In order to prevent secondary pollution of tap water, corrosion characteristics are investigated, and corrosion index are calculated using LI and LR to manage corrosiveness. As targeted water treatment plants from 2014 (July, once) to 2015 (July and October, 2 times), 70 plants are selected by making a division for each area and water system. (treated water samples, n=240, raw water samples, n=72). In result of pH analysis, treated water was lower than raw water to 7.12, and 7.29, respectively. LI were investigated in the order of Seomjin river, Nakdong river, Han river, Geum river, to -2.08, -1.24, -1.11, -1.10 (at raw water), and -2.18, -1.59, -1.51, -1.35 (at treated water), respectively. In case of water quality goal value (LI = -1) in Japan as control of corrosiveness, management object was investigated about 83.3%.

Key words: Corrosion index, Carbonate equilibrium, Corrosion evaluation, LI, LR

주제어: 부식성지수, 탄산평형, 랑게리아지수, 라슨지수, 부식성평가

1. 서 론

2014년 상수도 통계에 의하면 전국의 상수도 보급율은 98.6%로 전년대비 0.1% 상승한 수치로 조사되었다 (ME, 2015). 상수도의 보급률은 증가하였지만, 시민들의 수도물 고급화 요구에 의해 상수도의 유지 관리의 중요성은 더욱 대두되고 있다. 정수과정에서 물을 깨끗이 만들기 위해 노력하고 있으나, 국내 원수의 특성에 따른 자연적 부식성 존재 및 정수처리과정에서 약품주입 등에 의한 부식성이 존재하여 2차 오염 물질을 발생시킬 수 있다 (Shankar, 2014, Liu et al., 2016, Willison and Boyer, 2012).

상수도관의 부식은 크게 화학적 요인과 물리적인, 생물학적요인등에 의해 분류될 수 있으며, 물의 부식성은 CO₂, pH, 알칼리도, 용존산소, 염소이온 등 다양한

수질인자에 의해 영향을 받는다 (Aiman et al., 2005, Marangou and Savvides, 2001). 우리나라는 상수원수의 특징으로 알칼리도와 경도가 낮은 농도로 존재하는 특징을 가지고 있어, 부식성 관리에 불리한 수질특성을 가지고 있다 (Kim and Kim, 2011, Kim et al., 2007).

부식을 관리하기 위해 LI(Langelier saturation index), RI(Ryznar saturation index), LR(Larson's ratio), AI (Aggressiveness index), SI (Saturation index), RCI (Riddick corrosion index), CCPP(Calcium carbonate precipitation potential)등 다양한 부식 평가 방법이 존재 하고 있으며, 현재 많은 나라에서 부식관리를 위해 LI지수가 사용되고 있다 (Shams et al., 2012, Ahn et al., 2012, Imran et al., 2005). LI는 1936년에 미국의 W.F. Langelier에 의해 고안된 부식성 지수로 물에서의 탄산칼슘의 평형상태를 표현하여 포화, 불포화, 과포화 상태로 부식성을 평가 할 수 있는 방법이다. LR은 염소이온과 황산이온과 같은 산성을 나타내어 부식을 나타내는 이온류와 보호

Received 22 September 2016, revised 26 September 2016, accepted 30 November 2016

*Corresponding author: Ju-hyun Park (E-mail: soyang@korea.kr)

pp. 623-634
pp. 635-643
pp. 645-652
pp. 653-662
pp. 663-671
pp. 673-682
pp. 683-690
pp. 691-698
pp. 699-705
pp. 707-714
pp. 715-723
pp. 725-736
pp. 737-744
pp. 745-753
pp. 755-764

스케일을 형성하는 중탄산염을 이용하여 부식성여부를 평가하는 방법이다 (Melidis et al., 2007).

관 내부에 부식이 발생하게 되면, 상수관로의 수명 단축이 원인이 될 수 있으며, 적수 및 중금속 용출, 미생물의 재성장, 수압저하 등 다양한 경제적 손실을 유발할 수 있다 (Kim et al., 2007). 부식성을 관리하는 목적으로 부식을 억제함으로써 수도물의 품질을 향상 및 관로의 수명 연장에 따른 교체 비용을 절감시킬 수 있는 효과가 있다. 따라서 본 연구에서는 배급수관의 녹물 등에 의한 수도물 2차 오염방지를 위해 국내 상수원수와 정수의 부식성 특성을 조사하고, 부식성 관리를 위한 관리 대상 정수장을 파악하여 국내 부식성 관리를 위한 토대를 마련 하고자 하였다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 분석대상

국내 70개 정수장(원수 24개소)을 대상으로 2014년 7월 1회, 2015년 7월 1회, 10월 1회로 총 3회로 하여 부식성을 평가하였다. 평가대상 정수장은 국내 480여 개 정수장중 50만톤 이상은 전수조사 (15개소), 10만톤 이상 50만톤 미만은 50%, 5만톤 이상 10만톤 미만은 25%, 1만톤 이상 5만톤 미만은 15%, 만톤 미만은 2.5%를 대상으로 수계별, 지역별로 구분하여 선정하였다.

2.2 실험방법 및 조건

부식성관련 수질인자인 수온 (현장측정), pH, 탁도, 알칼리도, 경도, 칼슘, 전기전도도, 황산이온, 염소이온 등 항목을 분석하였다. 수질분석은 먹는물 수질공정시험기준에 의하여 분석하였으며, 칼슘 및 무기이온은 ICP와 IC를 이용하여 분석하였고 분석조건은 Table 1과 Table 2와 같다.

Table 1. Instrument operating conditions for Calcium by ICP

Item	Conditions
Instrument	Horiba ActivaS
Forward Power	1000 W
Plasma Flow	18.0 L/min
Auxiliary Flow	1.2 L/min
Nebulizer Type	Meinhard
Sample Flow Rate	1.2 mL/min

Table 2. Instrument operating conditions for Cl⁻, SO₄²⁻ by IC

Item	Conditions
Instrument	IC Metrohm 850
Column	Metrosep A SUPP 5-150
Eluent	3.5 mM Na ₂ CO ₃ + 1 mM NaHCO ₃
Sample loop	20 μL
Sample volume	20 μL
Regeneration solution	100 mM sulfuric acid
Flow	0.7 mL/min

2.3. 부식관련지수

LI(Langelier saturation index)는 물의 pH, 수온, 알칼리도, 경도, 전기전도도, 칼슘 이온 등의 값을 이용하여 구해진다. LI가 0이상이면 탄산칼슘이 과포화상태로 스케일형성, 0이하이면 탄산칼슘이 불포화 상태가 되어 금속의 부식에 따른 녹물이 발생된다. LI가 0에 가까울 때 탄산칼슘이 평형상태가 되어 부식성관리에 적정하다 할 수 있다 (Alberto et al., 2005).

$$LI = pH_a - pH_s$$

RI (Ryznar saturation index)는 ryznar이 1944년에 개발된 탄산칼슘지수이다. 탄산칼슘의 포화수준의 개념은 LI에 기초를 두고 있고 LI지수의 단점을 보완하기 위하여 만들어졌다 (Prisyazhniuk, 2007).

$$RI = 2pH_s - pH$$

LR (Larson's Ratio)는 염소이온과 황산이온 같은 반응성이 높은 음이온들이 부식을 시킨다는 원리에 의해 만들어진 부식성 지수이다. LR지수는 나라별 차이를 두며 관리되고 있으며, 보통 0.5보다 작을 경우 “부식성 없음”, 0.5보다 클 경우 “부식성 있음”으로 평가되고 있다 (Davit et al., 2009).

$$LR = \frac{[Cl^-][SO_4^{2-}]}{HCO_3^-}$$

AI (Aggressiveness index)는 초기 석면파이프에서 물을 모니터링하기 위한 지수였지만, 현재 LI지수를 단순화된 식으로 탄산칼슘 포화여부에 따른 부식성을 예측하고 있다. AI가 10보다 작을 경우 부식성이 강하며 10~12에서 약간의 부식성, 12보다 클 경우 스케일형성이 된다고 알려져 있다 (Davit et al., 2009).

$$AI = pH + \log[Ca^{2+}][Alk]$$



3. 결과 및 고찰

3.1 국내 원수와 정수의 수질 특성

국내 70개 정수장을 대상으로 2014년 1회, 2015년 2회 측정하여 원수와 정수의 수질 특성을 비교 하였다. Fig. 1은 국내 70개 정수장에서의 원·정수 pH로, 원수는 6.33~8.28의 범위로 나타났으며, 정수는 6.29~8.40로 조사되었다. 원·정수에서 pH의 중간값은 7.26과 7.10으로 조사되었으며, 평균값도 7.29와 7.12로 중간값과 큰 차이 없이 원수보다 정수에서 낮은 pH로 조사되었다. 수계별로 한강 낙동강 금강 섬진강으로 분류한 결과 원수에서 7.33, 7.29, 7.33, 7.12로 섬진강 수계에서 가장 낮은 pH로 조사되었다. 정수의 경우 pH는 7.17, 7.04, 7.12, 7.03 으로 원수와 같이 섬진강 수계에서 가장 낮은 pH로 조사되었다.

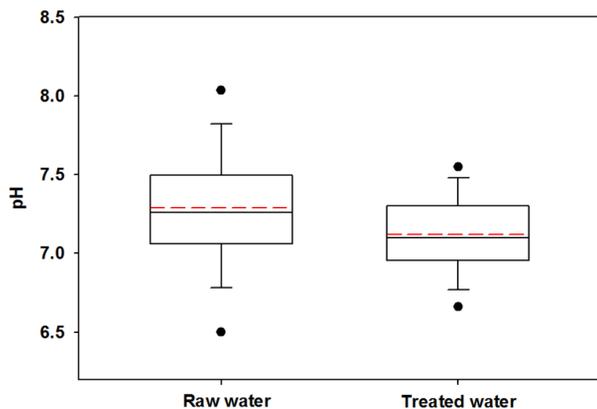


Fig. 1. Corrosion characteristics of pH (2014 (July, once), 2015 (July and October, 2 times), Raw water : n=72, Treated water : n=210)

원수와 정수의 부식관련 수질 특성은 Fig. 2와 같다. 알칼리도는 원수에서 5.4 mg/L~105.0 mg/L의 범위로 조사되었고, 정수에서 4.7 mg/L~108.0 mg/L의 범위로 나타났으며, 원·정수에서 평균 36.2 mg/L, 31.63 mg/L로 나타났다. 또한 칼슘의 경우에는 원수에서 1.86 mg/L~44.75 mg/L, 평균 20.41 mg/L로 나타났으며, 정수에서는 2.03 mg/L~51.97 mg/L, 평균 19.11 mg/L로 나타났다. 염소이온의 경우, 원수는 2.46 mg/L~102.46 mg/L, 평균 20.39 mg/L로 나타났으며, 정수는 3.88 mg/L~117.56 mg/L, 평균 22.03 mg/L로 나타났다. 또한 황산이온의 경우, 원수는 2.11 mg/L~79.32 mg/L, 평균 19.58 mg/L, 정수에서 2.23 mg/L~81.24 mg/L, 평균 17.27 mg/L로 나타났다. 조사결과에서, 원수보다 정수에서 높게 검출된 항목으로 전기전도도, 염소이온, 황산이온으로 나타났으며, 정수처리 시 응집제 및 소독제 투입으로 인하여 이온류 및 pH, 알칼리도 등 부식을 일으킬 수 있는 요소가 증가된 것으로 나타났다. 칼슘의 경우, 원수와 정수에서 큰 차이가 나타나지 않았다.

3.2 국내 원수와 정수의 부식성 조사 결과

상관분석결과 LI에 대해 상관성이 가장 높은 항목으로 경도, pH, 알칼리도 순으로 0.77, 0.75, 0.74로 나타났다. 조사된 수질항목 중 10개 모두 0.01 수준에서 유의하게 나타났으며, 탁도와 불소에서 음의 상관관계를 보였다. LR은 황산이온, 염소이온, 전기전도도 순으로 0.64, 0.58, 0.50순으로 나타났다. 조사된 수질항목 중 8개 항목에서 99% 0.01수준에서 유의하였으며, 1개 항목에서 0.05수준에서 유의하였고, pH와는

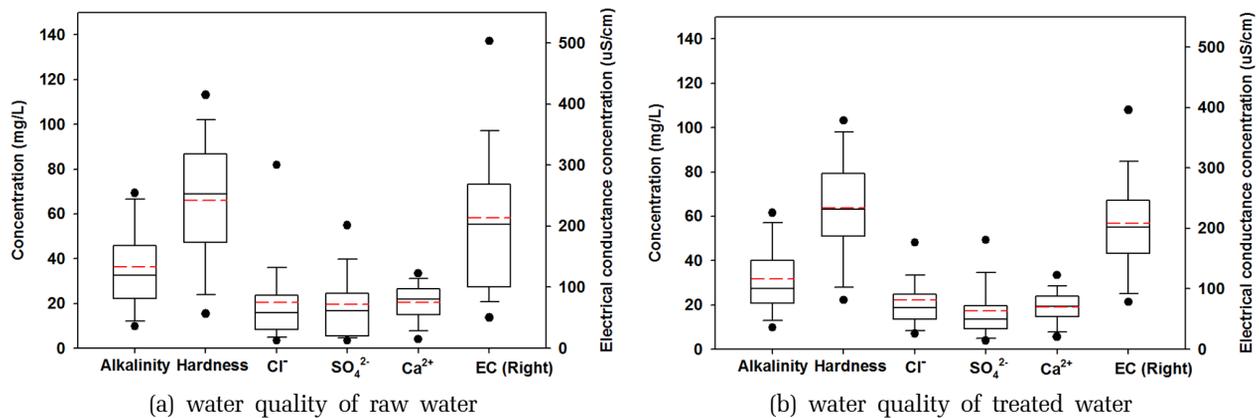


Fig. 2. Characteristics of water quality at 70 water treatment plants.

pp. 623-634
pp. 635-643
pp. 645-652
pp. 653-662
pp. 663-671
pp. 673-682
pp. 683-690
pp. 691-698
pp. 699-705
pp. 707-714
pp. 715-723
pp. 725-736
pp. 737-744
pp. 745-753
pp. 755-764

Table 3. Correlation analysis of water quality at 70 water treatment plants.

	Water Temp.	pH	Turb.	Cond.	Alk.	Hard.	F	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	LI	LR
Water Temp.	1											
pH	-0.05	1										
Turb.	-0.22**	-0.13	1									
Cond.	0.10	0.25**	-0.03	1								
Alk.	0.15*	0.27**	-0.28**	0.60**	1							
Hard.	0.16*	0.35**	-0.05	0.88**	0.72**	1						
F	-0.01	0.17*	-0.06	-0.40**	-0.11	-0.39**	1					
Cl	0.10	0.18*	-0.01	0.91**	0.49**	0.71**	-0.36**	1				
SO ₄ ²⁻	0.20**	0.08	-0.06	0.81**	0.45**	0.71**	-0.37**	0.77**	1			
Ca ²⁺	0.17*	0.35**	-0.08	0.80**	0.74**	0.95**	-0.37**	0.67**	0.67**	1		
LI	0.22**	0.75**	-0.24**	0.59**	0.74**	0.77**	-0.28**	0.46**	0.44**	0.80**	1	
LR	0.16*	-0.12	0.23**	0.50**	-0.22**	0.26**	-0.32**	0.58**	0.64**	0.21**	-0.08	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

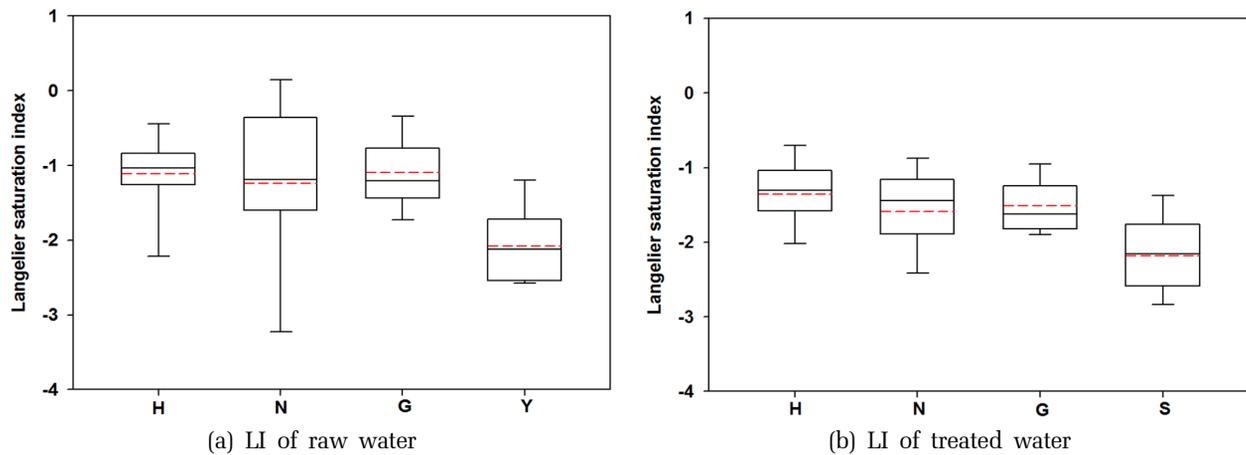


Fig. 3. Characteristics of LI at 70 water treatment plants.

유의하지 않게 나타났다. 부식성을 평가할 수 있는 LI와 LR의 상관성 분석 결과, -0.08로 조사되어 상관성이 전혀 없는 것으로 나타났다.

국내 원수와 정수에서의 부식성 지수를 조사하기 위해 70개 정수장을 대상으로 3회 수질을 분석한 후 LI, RI, AI, LR등을 조사하여 전국 수계별 원·정수에서의 부식성 지수를 계산하여 평가하였다.

LI지수를 산정하기 위한 수질 분석 후 LI를 계산한 결과, 원수에서는 섬진강수계에서 평균 -2.08로 부식성이 가장 높게 나타났으며, 낙동강 -1.24, 한강 -1.11, 금강 -1.10 순으로 조사되었다 (Fig. 3). 각 수계별 조사된 평균값은 중간값과 거의 유사하게 조사되었다.

한강수계에서는 -2.45 ~ -0.16의 범위를 보이며 25 퍼센타일과 75 퍼센타일의 구간이 비교적 적게 나타났다. 낙동강수계에서는 -3.89 ~ 1.41의 큰 범위로 조사되었으며, 25 퍼센타일과 75 퍼센타일의 구간이 매우 넓은 범위로 나타났다. 또한 10 퍼센타일이 다른 수계에 비해 가장 낮은 부식성이 나타나고 있어 원수의 부식성을 관리하는데 어려움이 있을 것으로 판단된다. 금강수계의 경우 -1.73 ~ -0.34의 범위를 보이며, 10 퍼센타일과 90 퍼센타일이 다른수계에 비해 비교적 적은 구간으로 존재하여 LI의 변동이 크지 않은 것을 알수 있었다. 섬진강 수계의 경우, -2.58 ~ -1.20의 범위를 보이고 있으며, 10 퍼센타일과 90 퍼센타일의

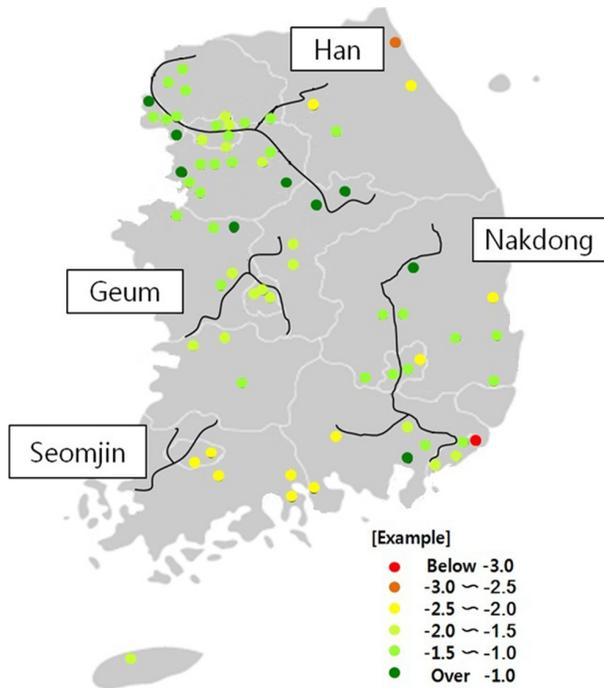


Fig. 4. Plot according to corrosion of LI at 70 water treatment plants in Korea.

범위가 비교적 크지 않으나, 다른 수계에 비해 부식성이 강하게 나타나고 있는 것을 알 수 있다. 정수에서는 섬진강 수계에서 LI의 평균이 -2.18로 부식성이 가장 높게 나타났으며, 낙동강 -1.59, 금강 -1.51, 한강 -1.35순으로 조사되었다. 원수와 정수처리된 물의 LI를 비교한 결과, 한강, 낙동강, 금강, 섬진강 수계에서 각각 18.1%, 22.1%, 27.4%, 4.8%로 증가하는 추세를 보였으며, 원수와 달리 정수에서 좀더 LI의 10 퍼센타일에서 90 퍼센타일 구간이 좀 더 좁게 나타났다. Fig. 4

는 70개 정수장을 대상으로 각 정수장별 3번 측정된 LI의 평균을 이용하여 부식성 특성을 플롯화 하여 나타내었다. LI를 비교하였을 때 pH가 낮은 곳에서 부식성이 가장 크게 나타났으며, 칼슘의 농도가 저농도일 때 부식성이 증가하는 경향으로 조사되었다. 낙동강수계에서 부산의 D 정수장과 B 정수장에서 비슷한 수준의 pH를 보였으나, B 정수장의 경우 낮은 칼슘농도와 낮은 전도도 등의 수질적 영향으로 부식성이 매우 크게 나타났다. 일본의 수질관리목표 설정기준인 -1을 기준으로 부식성을 평가 하였을 때, 70개의 정수장중 9곳의 정수장에서 -1 이상으로 나타났으며, 주로 한강수계 부근에서 좀 더 많은 분포로 나타났다. 또한, 섬진강 수계에서는 대부분의 정수장에서 부식성이 -2.0이 넘는 강부식의 특성으로 조사되었다.

부식성 지수 중 LR을 계산하기 위한 수질인자를 분석하여 LR을 살펴본 결과, 원수에서는 낙동강 수계에서 평균 1.23으로 부식성이 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 한강 및 금강에서 평균 LR은 각각 1.14, 1.20으로 나타났지만, 낙동강 수계와 비슷한 수준으로 조사되었다(Fig. 5). 섬진강 수계에서는 0.65로 부식성 기준인 0.5에 근접하는 부식성을 가지고 있어 LR로 부식성을 평가할 경우 부식성이 높게 나타나지 않은 것으로 조사 되었다. LI의 부식성 지수와 다르게 LR의 부식성으로 평가 시 섬진강 수계의 부식성이 낮게 나타난 것으로, 존재하는 수질 인자 중 염소이온 및 황산이온이 다른 수계에 비해 낮은 농도로 측정되어 LR 계산시 부식성이 낮은 것으로 조사되었다. 한강수계에서는 최소 0.39 ~ 최대 3.84로 가장 높은 범위로 조사되었고, LR 평균값이 75 퍼센타일 부근으로 분석

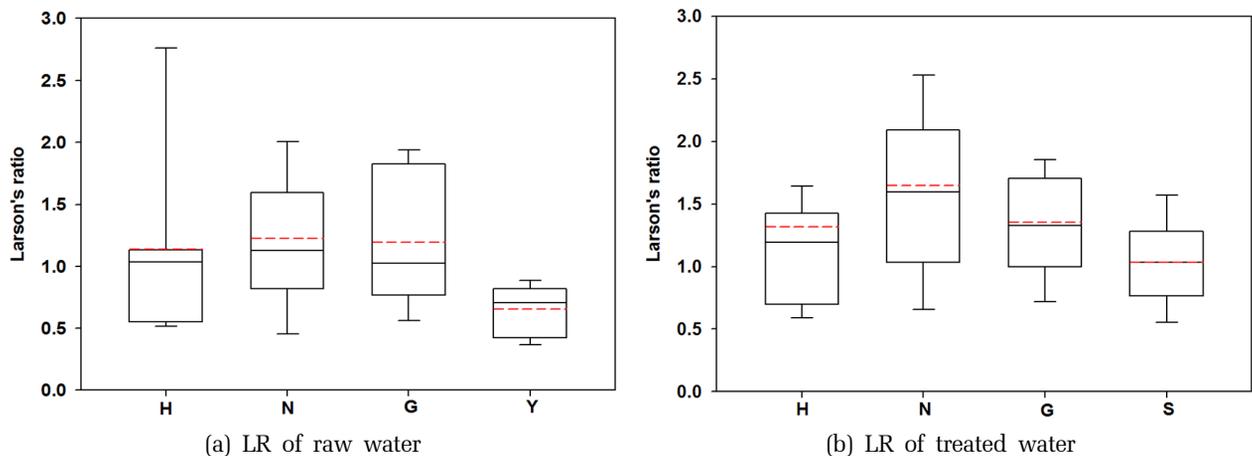


Fig. 5. Characteristics of LR at 70 water treatment plants.

pp. 623-634
pp. 635-643
pp. 645-652
pp. 653-662
pp. 663-671
pp. 673-682
pp. 683-690
pp. 691-698
pp. 699-705
pp. 707-714
pp. 715-723
pp. 725-736
pp. 737-744
pp. 745-753
pp. 755-764

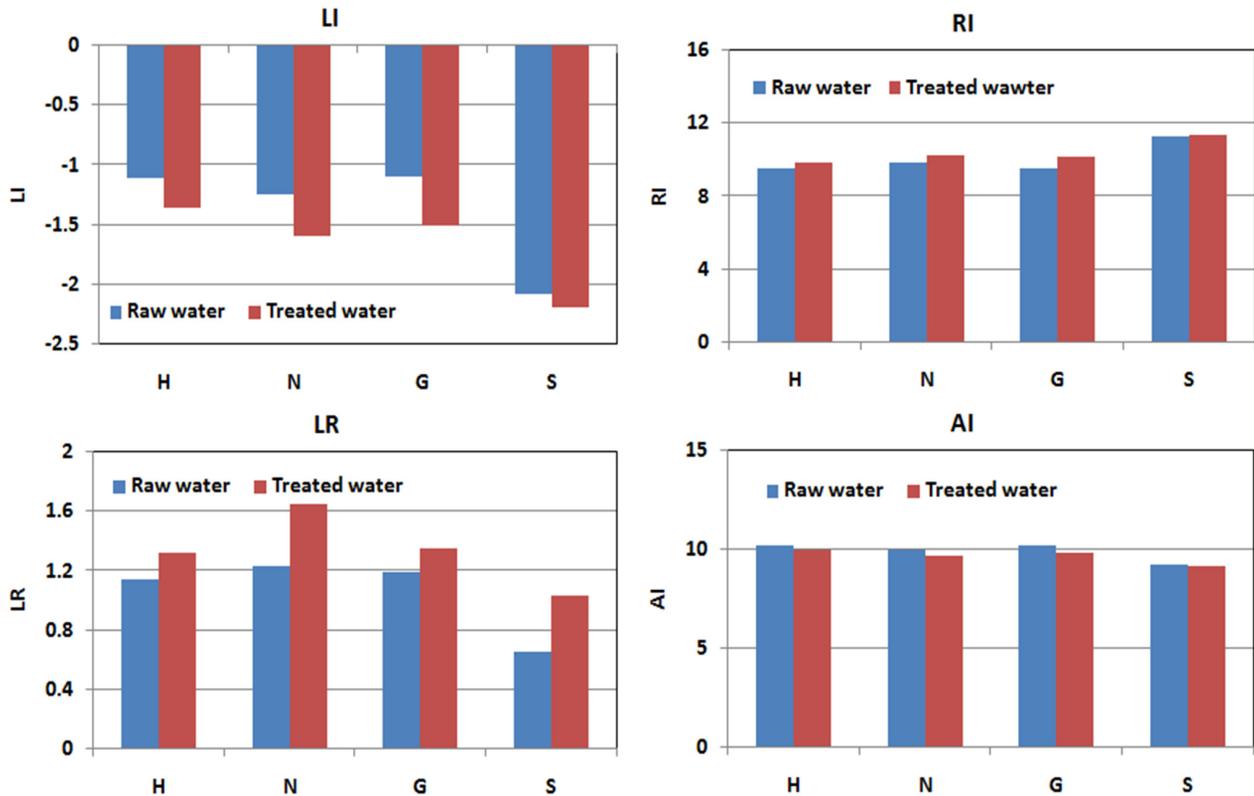


Fig. 6. Average comparison of raw water and treated water according to corrosion index such as LI, RI, LR, and AI.

되었다. 이것은 특정 지점에서 원수의 염소이온과 황산이온이 높게 검출됨에 따라 90 퍼센타일 값이 높게 나타나고 있다. 낙동강의 경우 최소 0.15 ~ 최대 3.20으로 조사되었고, 평균 LR이 가장 높게 나타났으며, 넓은 범위에서 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 금강의 경우 25 퍼센타일과 75 퍼센타일의 범위가 다른 수계에 비해 가장 넓게 분포 되는 것으로 조사되었다.

정수에서는 원수와 마찬가지로 낙동강 수계에서 평균 LR이 1.65로 가장 높게 나타났으며, 금강 1.35, 한강 1.32, 섬진강 1.03의 순으로 조사되었다. 한강, 낙동강, 금강, 섬진강 수계에서 중간값과 평균값은 큰 차이 없이 나타났으며, 원수에 보다 정수에서 높은 LR로 각각 12.8%, 77.9%, 50.2%, 47.6% 증가하는 경향을 보였다. 낙동강수계에서 LR은 최소 0.36 ~ 최대 4.24의 범위로 다른 수계에 비해 가장 넓은 범위로 분포하고 있었다. 한강수계의 경우 최소 0.28 ~ 최대 5.98의 범위로 조사되었으며, 금강수계에서는 최소 0.67 ~ 최대 2.47의 범위로 나타났으며, 섬진강수계에서는 최소 0.54 ~ 최대 1.72의 범위로 나타났으며, 다른

수계에 비해 LR이 낮게 조사되었다.

Fig. 6은 부식성을 좀 더 상세히 알아보기 위해 많이 사용되고 있는 부식성 지수 계산을 통하여 부식성을 조사 하여 나타내었다. 부식성 지수인 LI, RI, LR, AI 모두 원수에서보다 정수에서 부식성이 더 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. LI의 경우 평균값이 원수와 정수에서 0보다 낮게 나타나 탄산칼슘이 불포화되어 부식성을 가지는 것으로 조사되었으며, 일본의 부식성 관리기준인 -1보다도 낮게 나와 부식성 특성이 높은 것으로 조사되었다. RI로 부식성을 평가한 경우에도 원수와 정수 모두 8.5이상으로 조사되어 부식성이 있다는 것으로 조사되었다. LR로 평가하였을 경우에도 원수와 정수의 평균값이 0.5보다 높게 나타나 부식성이 있는 것으로 조사되었다. AI로 평가한 경우, 10이하의 정수장이 많이 나타나 탄산칼슘이 불포화되어 부식성을 가지는 것으로 조사되었다.

3.3 70개 정수장에서의 부식성 분포 및 관리대상 평가

물의 평형상태와 pH, 알칼리도의 관계를 이용하여



탄산 평형 관계에 대한 그래프를 나타낼 수 있다. Baylis curve는 이러한 관계를 이용하여 pH와 알칼리도의 적절한 비율로 존재하는지의 여부를 판단하여 부식성 물질 생성여부를 판단할 수 있어 Fig. 7에 나타내었다. Baylis curve에 의해 70개 정수장에서의 정수에 대해 부식성을 평가한 결과 1개에서 부식성이나 스케일이 형성되지 않는다고 나타났으며, 209개에서 모두 부식성이 있는 것으로 조사되었다.

국내 부식성 분포 및 관리대상을 평가하기 위해 원수 및 정수의 구간별 히스토그램을 나타내어 관리대상을 살펴보았다 (Fig. 8). 원수의 구간별로 보면 LI가 -2 이하인 강부식성을 가진 비율은 22.2%로 조사되었고, LI가 -3.5이하인 곳의 비율이 1.39%로 나타나 부식성 관리가 시급한 것으로 나타났다. 또한 일본의 수질관리

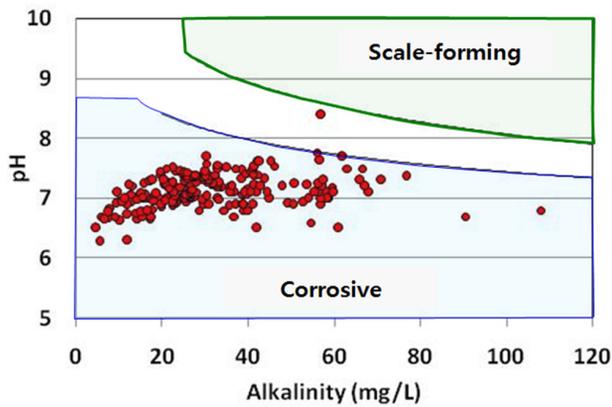
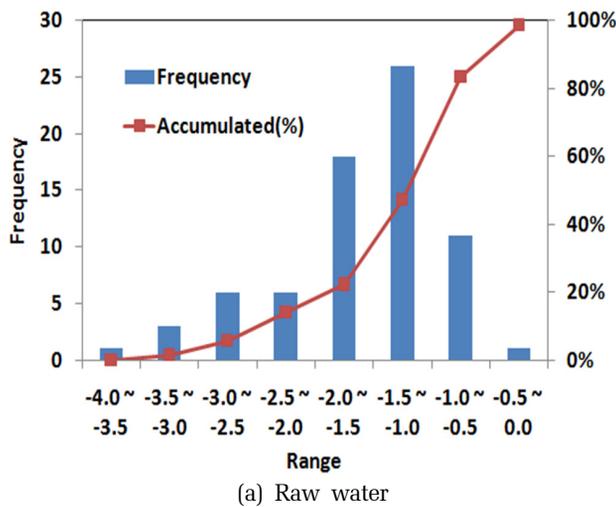


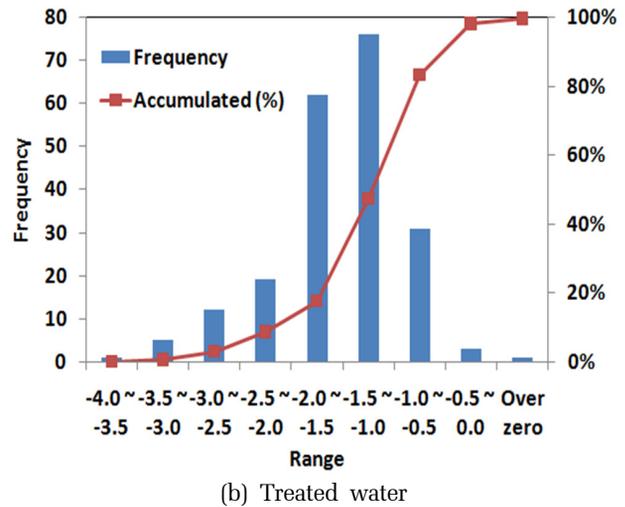
Fig. 7. Baylis curve to evaluate corrosiveness at 70 water treatment plants (Treated water : n=210).

목표설정기준인 -1을 기준으로 부식성을 평가할 경우, -1이하는 83.3%로 원수의 부식관리 시 어려움이 있을 것으로 판단된다. 원수의 LI중 -1.5~-1.0 구간에서 36.1%로 가장 높은 빈도를 보였으며 -2.0~-1.5 구간에서 25.0%로 두번째 높은 빈도를 보였다. 정수를 구간별로 보면 LI가 -2이하인 강부식성을 가진 비율은 17.6%로 원수에 비해 낮은 비율로 나타났다. 또한 LI가 -3.5이하인 곳의 비율은 0.48%의 비율을 보였다. LI가 -1이하인 비율은 원수와 동일하게 83.3%로, 정수처리 공정 중 부식 관리시 어려움이 있을 것으로 판단된다. 정수에서 조사된 LI중 -1.5~-1.0의 구간이 약 36.2%로 가장 많은 빈도를 보였으며, -2.0~-1.5의 구간이 25.9%로 두번째 많은 빈도를 보이는 구간이었다. 정수처리 후 부식성 관리목표를 일본수준인 -1로 설정할 경우 약 16.7%를 제외한 정수장에서 탄산칼슘 불포화로 부식성이 존재할 수 있기 때문에 관리자의 세심한 주의와 부식성을 억제하기 위한 관리방안 등이 필요할 것으로 판단된다.

현재 우리나라에는 약 480여개의 정수장이 존재하고 있으며, 전수 조사를 통하여 부식성의 지표를 확인할 필요성이 있다. 하지만, 전수조사에 대한 여건 등의 문제로 표본이 될 수 있는 70개 정수장을 대상으로 3회 측정된 데이터로 부식성 지수를 산정하여 LI의 구간별 특징을 살펴본 결과, 부식성 관리대상 정수장의 비율이 높은 것으로 판단되었다. 또한 수계별 특징에 따른 부식성 특징이 나타나는 것으로 조사되어 부식성관리에 유리할 것으로 판단된다.



(a) Raw water



(b) Treated water

Fig. 8. Histogram of raw water and treated water according to range to evaluate management object.

pp. 623-634
pp. 635-643
pp. 645-652
pp. 653-662
pp. 663-671
pp. 673-682
pp. 683-690
pp. 691-698
pp. 699-705
pp. 707-714
pp. 715-723
pp. 725-736
pp. 737-744
pp. 745-753
pp. 755-764

4. 결 론

본 연구에서는 수돗물의 2차 오염방지를 위한 국내 상수원수와 정수의 부식성 특성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

조사기간 내 국내 수질 중 pH의 평균값은 원수가 7.29, 정수가 7.12로 원수보다 정수에서 낮은 pH값을 보이고 있었으며, 수계별로는 원수와 정수에서 심진강수계가 가장 낮은 pH값을 보이고 있었다. 알칼리도의 경우 원수와 정수에서 각각 36.2mg/L, 31.6mg/L로 조사되었다. 상관성 분석 결과, LI에 대해 정도 0.77, pH 0.75, 알칼리도 0.74 순으로 조사되었으며, LR에 대해 황산이온 0.64, 염소이온 0.58, 전기전도도 0.50순으로 조사되었다. Baylis curve로 부식성을 평가한 결과 대부분 부식성을 가지고 있었으며, 210개 데이터중 1개소에서만 탄산평형 구간에 존재해 부식성이 없는 것으로 조사되었다. LI의 경우 원수에서 심진강, 낙동강, 한강, 금강 순으로 부식성이 있는 것으로 각각 -2.08, -1.24, -1.11, -1.10 조사되었고, 정수에서도 원수와 동일하게 심진강, 낙동강, 금강, 한강 순으로 조사되었으며, 각각 -2.18, -1.59, -1.51, -1.35로 나타났다. 국내 LR을 보면 원수에서 1.12, 정수에서 1.32로 역시 정수에서 부식성이 높게 나타났다. 조사된 70개 정수장에서 LI로 부식을 평가 하였을 때 (일본기준 -1로 설정 시) 16.7%를 제외한 83.3%가 부식성이 있는 것으로 나타나 부식관리가 필요한 것으로 조사되었다.

References

Ahn, K.H., Yu, S.J., Park, S.J., Kwon, O.S. (2012). Evaluation of Corrosion Index by Water Quality Parameters in Korea. *Journal of Korea Society on Water Environment*, 28(4), 615-623.

Aiman, E.A.R., Heike, G., Joachim, U. (2005). Scaling in multiple-effect distillers: the role of CO₂ release, *Desalination*, 182, 209-219.

Alberto, A.G., Susana, S.M., Jose, L.R.R. (2005). Evaluation of Water Corrosivity Using a Corrosion Rate Model for a Cooling Water System.

Choi, S.I., Lee, S.Y., Yang, J.E. (2013). GBEST Advanced

Intelligent Water Distribution System. *The Magazine of the Korea Society of Civil Engineers*, 61(6), 12-36.

Davil, M.F., Mahvi, A.H., Norouzi, M., Mazloomi, S., Amarluie, Al, Tardast, Al, Karamitabar, Y. (2009). Survey of Corrosion and Scaling Potential Produced Water from Ilam Water Treatment Plant, *World Applied Sciences Journal*, 7, 1-6.

Imran, S.A., Dietz.J.D., Mutoti, G., Taylor, J.S., Randall, A.A. (2005). Modified Larsons Ratio Incorporating Temperature, Water Age, and Electroneutrality Effects on Red Water Release, *Journal of Environmental Engineering*, 131(11), 1514-1520.

Kim, T.H., Lee, Y.J., Lee, H., Lee, C.H., Ahn, G.C., Lee, W.S. (2007). Influence of Pipe Materials on Corrosion and Bacteria Regrowth in a Model Home Plumbing System, *Journal of the Environmental Science*, 16(1), 121-128.

Kim, Y.K. and Kim, J.K. (2011). Introduction of Corrosion Index System for Stability of Drinking Water Quality. *Journal of Korean Society of Water and Wastewater*, 25(5), 707-717.

Liu, J., Chen, H., Yao, Wei, Z., Lou, L., Shan, Y., Endalkachew, S.D., Mallikarjuna, N., Hu, B., Zhou, X. (2016). The spatial distribution of pollutants in pipe-scale of large-diameter pipelines in a drinking water distribution system. *Journal of Hazardous Materials*, 317, 27-35.

Marangou, V.S., Savvides, K. (2001). First desalination plant in Cyprus product water aggressivity and corrosion control, *Desalination*, 131, 251-258.

Melidis, P., Sanozidou, M., Mandusa, A., Ouzounis, K. (2007). Corrosion control by using indirect methods, *Desalination*, 213, 152-158.

Ministry of environment (2015). 2014 Statistics of waterworks.

Prisyazhniuk, V.A. (2007). Prognosticating scale-forming properties of water. *Applied Thermal Engineering*, 2007. 1637-1641.

Shams, M., Mohamadi, A., Sajadi, S.A. (2012). Evaluation of Corrosion and Scaling Potential of Water in Rural Water Supply Distribution Networks of Tabas, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 17(11), 1484-1489.

Shankar, B.S. (2014). Determination of Scaling and corrosion tendencies of water through the use of Langelier and Ryznar Indices. *Scholars Journal of Engineering and Technology*, 2(2A), 123-127.

Willison, H., Boyer, T. H. (2012). Secondary effects of anion exchange on chloride, sulfate, and lead release: Systems approach to corrosion control, *Water Research*, 46, 2385-2394.