

## 국내 상수원수의 부식성 특성

### Corrosivity Characteristics of Raw Water in Korea

김진근\* · 김재원

Jinkeun Kim\* · Jaewon Kim

Dept. of Environmental Engineering, Jeju National University · Dept. of Water Supply Operation and Maintenance, K-water

(2011년 7월1일 접수; 2011년 12월1일 수정; 2011년 12월5일 채택)

#### Abstract

To investigate corrosivity characteristics of raw water in Korea, Langelier index (LI) of 30 multi-regional water treatment plants (WTPs) were evaluated. Annual average values of LI at 30 WTPs were all negative, which means raw water in Korea is very corrosive. LI results for 4 major rivers showed that raw water from Han and Nakdong had relatively high values compared to those of Sumjin and Keum. On the other hand, LI values of raw water from the tributaries of four major rivers were relatively low presumably due to geological characteristics, and in some cases the values were less than -4.0 which means increase of LI is urgently needed to minimize red water problem. Based on the correlation results among LI and water quality parameters, pH, water temperature, calcium concentration were confirmed as major components for LI. Therefore, pH and calcium concentration control is an effective method for the improvement of LI in water treatment processes.

**Keyword :** Langelier index, internal corrosion, corrosion control, red water

**주제어 :** 랑겔리아 지수, 내부부식, 부식제어, 녹물

## 1. 서론

수돗물에서의 바이러스 검출 관련 논란은 정수처리공정에서 원생동물과 바이러스에 대한 정수처리기준을 제정하는 계기가 되었으며, 이를 통해 국내 일정규모 이상의 정수장에서는 탁도를 0.3 NTU 이하로 관리하고 있다(환경부, 2011a). 특히, K-water M 정수장은 북미대륙 외에서는 최초로 미국수도협회(AWWA)에서 여과지별 탁도가 0.1 NTU 이하를 95% 이상 달성하고 최고탁도가 0.3 NTU 미만인 정수장에 수여하는 5-star 인증을 2009년 수여받는 등, 국내 정수장의 수돗물 수질 및 정수장 운영관리 능력은 상당한 수준에 도달한 것으로 평가할 수 있다(김 등, 2010). 최근에는 심미적 영향물질인 맛냄

새 제거를 위하여 수도권지역에서도 고도정수처리공정 도입이 확대되고 있는 등 건강하고 맛있는 물 공급을 위해 수도사업자는 지속적으로 노력하고 있다.

그러나 수돗물 공급과정에서는 아직도 많은 지역에서 녹물과 탁도증가 현상이 발생하고 있다. 환경부에서 2008년 발표한 수돗물 음용에 관한 조사자료에 의하면 수돗물 음용을 불신하는 이유 중의 약 11.7%가 녹물, 7.3%가 이물질로 답변하여, 정수장에서의 고품질 수돗물 생산에도 불구하고 공급과정에서 고품질 유지가 안되어 일반 시민의 수돗물에 대한 신뢰도는 아직도 미흡한 실정이다. 따라서, 수돗물에 대한 신뢰도 향상을 위해 가장 시급하게 추진해야 할 업무 중의 하나가 바로 녹물과 탁도증가 현상을 제어하는 것이다.

\*Corresponding author Tel:+82-64-754-3448, Fax:+82-64-725-2483 E-mail: kjinkeun@jeju.ac.kr(Kim, J.K.)

2009년 현재 국내 수도관은 총 154,435 km이고, 배수관 51.8%, 급수관 39.6%, 송수관 6.6%, 도수관이 2.0%를 차지하고 있다. 이 중 설치 후 21년 이상 경과된 관은 35,653 km로서 전체의 23.1%이다. 관종별로는 덕타일 주철관이 25.4%로 가장 높으며, 스테인레스관, PE관, PVC관의 순으로 비율이 높고, 1994년 이후 사용이 금지된 아연도강관도 아직까지 0.8%를 차지하고 있다(환경부, 2011b). 한편, 수도계량기 이전의 관로에 대해서는 수도사업자가 수질관리를 포함한 전체적인 유지관리를 책임지고 있지만 계량기 이후의 옥내배관은 건물주의 관리책임 하에 있다. 수도물이 옥내배관에 정체하는 동안 관 종에 따라 일부 금속성분의 농도가 크게 증가하는 것으로 나타났으나(유 등, 2008), 옥내배관은 사유재산의 영역이어서 정확한 통계자료도 없는 실정이다.

상수관의 내부부식(internal corrosion)은 관 내부 표면과 물을 포함한 주변환경과의 접촉에 의해 발생하며, 유속, 수온, 관의 종류 및 재질 등과 같은 물리적 인자들과 pH, 알칼리도, 용존산소, 잔류염소, 총용존고형물(TDS, Total Dissolved Solids), 경도, 황산이온 및 완충강도(buffer intensity) 등과 같은 화학적 인자에 주로 영향을 받는다(Sarin et al., 2001).

부식성 수질의 정도는 대개 탄산칼슘 침전원리에 근거한 지수로 평가할 수 있으며 Langelier Saturation Index(LSI 또는 LI), Ryznar Index(RI), Aggressiveness Index(AI), Calcium Carbonate Precipitation Potential(CCPP) 등이 개발되어 있다(김 등, 2011a; 구 등, 2006; Schock, 1999; AWWA, 1986). 이 중 LI가 일반적으로 널리 사용된다. LI가 0보다 작을 경우 수도물은 부식성을 나타내며, LI와 부식성과의 관계는 Table 1과 같다(Kawamura, 2000).

일본이나 미국은 수도물 부식성에 관한 수질기준이 있으나, 국내에서는 수도물 부식성에 관한 별도의 수질 기준은 없으며, 국가 차원에서 수도물 부식성과 관련하여 전국적인 모니터링도 시행되고 있지 않다. 특히, 국내에서 상수원으로 이용되는 대부분의 지표수는 알칼리도, pH 등이 낮아 수도물의 부식성이 다소 높은 편이다(일본동경도, 2011; EPA, 2011; K-water, 2010).

수도물 공급과정에서의 녹물 발생을 최소화하기 위해서는 수도물의 부식성을 감소시키는 기술 또는 공정의 도입이 필요하며, 우선적으로 국내 상수원 및 수도물 부식성에 대한 현황 파악이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 전국에 산재한 광역상수도를 대상으로 지

역별 상수원수의 부식성 특성을 평가하고 개선방안을 제시하였다.

Table 1. LI와 부식성의 관계

구분	LI
Medium to heavy scaling	+0.5 ~ + 1.0
Slight scale formation	+0.2 ~ + 0.3
Equilibrium	0
Slightly corrosive	-0.2 ~ - 0.3
Medium to heavy corrosion	-0.5 ~ -1.0

## 2. 실험대상 및 방법

### 2.1 연구대상

K-water에서 운영관리하고 있는 전국의 30개 광역상수도 상수원수의 부식성을 랑게리아지수(LI, Langelier Index)를 활용하여 평가하였다. LI는 수중 탄산칼슘의 침전가능성을 표현하는 식이며, LI가 0보다 클 경우에는 탄산칼슘의 침전이, LI가 0보다 작을 경우에는 탄산칼슘의 용해가 발생한다. 따라서 실제 LI와 수도관의 부식 간에는 일정한 관계는 있지만 반드시 일치하는 것은 아니다. 한편, LI는 식 (1)로 정의된다(한국상수도협회, 2010; AWWA, 1986).

$$LI = pH - pHs \quad (1)$$

$$pHs = A + B - \log[Ca^{2+}] - \log[\text{알칼리도}]$$

여기서, pH는 실측된 pH값이며, pHs는 탄산칼슘이 포화되었을 때의 pH값이다. A, B는 각각 수온, TDS 관련 상수, 칼슘과 알칼리도는  $CaCO_3$  환산농도(mg/L)이다.

Fig. 1은 조사대상 정수장의 위치도를 나타내며, Table 2는 LI 계산에 직접적인 영향을 미치는 pH, 알칼리도, 칼슘농도를 나타낸다. 일반적으로 정수처리 시스템의 최종 생산품인 수도물의 부식성은 원수에 비해 높아지는(즉 LI값이 감소되는) 특성이 있다. 정수처리 공정에서 산성인 응집제와 액화염소를 투입할 경우 처리수의 pH는 원수 대비 0.2~0.5, 알칼리도는 2~5 mg/L 정도 감소한다. 이를 LI로 환산할 경우 0.2~0.7 정도 감소하는 효과가 있다. 일부 정수장의 경우 정수처리 공정에서 응집효율 향상, 부식성 제어를 위하여 산제 또는 알칼리제를 투입하는 경우도 있

으므로, 본 연구에서는 국내 상수원수의 부식성 특성 조사를 위하여 정수보다는 원수를 중심으로 자료를 분석하였으며, 정수처리 공정에서의 LI 변화도 일부 고찰하였다. 조사대상 기간은 2009년 1년간 이었다.

### 2.2 수질분석

LI 계산을 위한 수질분석을 위하여 수온 및 pH는 정수장에서 수질자동측정기로 연속 측정된 일평균값을 사용하였다. TDS는 Standard Methods(21판) 2540 C의 방법을 따랐으며, 알칼리도 및 칼슘농도는 수질오염시험법에 근거하여 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 상수원별 Li특성

국내 상수원은 대부분 2가 양이온의 농도 및 알칼리

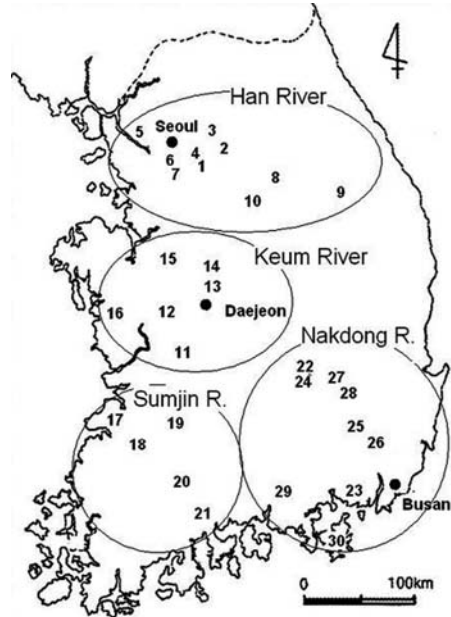


Fig. 수계별 정수장 위치도

Table 2. 조사 대상 정수장 원수 수질현황

수원	번호	정수장	Raw water quality (average ± standard deviation)					Capacity (m <sup>3</sup> /day)
			pH <sup>1)</sup>	Alkalinity <sup>1)</sup> (mg/L as CaCO <sub>3</sub> )	Ca <sup>2+</sup> <sup>2)</sup> (mg/L as CaCO <sub>3</sub> )	TDS <sup>2)</sup> (mg/L)	Temp. <sup>1)</sup> (°C)	
팔당호	1	A	8.07±0.67	45.81±5.16	57.38±3.18	124.62±29.05	15.37±8.02	711,000
한강	2	B	7.88±0.55	44.26±7.72	47.97±10.68	121.27±30.78	13.43±7.71	200,000
팔당호	3	C	7.99±0.56	45.04±5.90	48.63±7.92	122.42±27.22	13.90±7.99	215,000
	4	D	8.08±0.59	43.96±5.35	52.10±9.07	114.65±33.13	15.98±7.89	786,000
	5	E	8.01±0.66	41.56±6.72	44.02±4.76	107.18±8.58	14.12±7.75	250,000
	6	F	8.10±0.60	40.93±5.634	3.02±6.93	134.18±49.49	14.97±7.0	258,000
	7	G	8.07±0.6	139.39±6.38	44.08±7.13	126.80±55.29	14.92±7.62	190,000
광동호	8	H	7.88±0.36	74.74±9.22	53.47±12.89	154.83±25.61	11.05±6.75	70,000
충주호	9	I	7.83±0.32	75.40±10.23	99.83±16.35	166.81±50.59	14.23±5.63	250,000
황성호	10	J	7.08±0.37	27.10±5.9	126.13±4.01	77.54±23.06	10.85±4.95	100,000
용담호	11	K	6.86±0.35	19.31±2.78	22.42±3.55	88.65±10.01	14.08±6.68	700,000
대청호	12	L <sup>3)</sup>	7.49±0.68	41.37±13.65	46.08±12.90	200.50±112.38	17.19±6.36	300,000
	13	M	7.57±0.32	37.87±4.93	39.17±2.37	109.19±18.76	15.60±17.17	250,000
	14	N	7.33±0.27	37.46±5.38	37.25±2.57	107.99±23.32	15.75±6.70	414,000
	15	O	7.36±0.27	35.50±6.64	37.19±2.19	127.65±23.16	14.56±5.77	350,000
보령호	16	P	7.02±0.19	23.65±3.62	39.58±2.40	106.58±11.82	13.67±6.96	285,000
부안호	17	Q	6.87±0.32	9.56±1.86	9.74±2.59	55.46±5.08	15.62±7.4	287,000
옥정호	18	R	7.23±0.16	27.48±4.82	36.25±3.14	120.94±7.57	14.03±7.2	390,000
동화호	19	S	7.03±0.36	16.69±3.26	17.35±4.29	18.12±7.33	14.96±5.80	52,000
주암호	20	T	7.05±0.21	19.08±3.16	18.04±4.11	50.42±4.11	15.41±6.79	100,000
주암호	21	U	6.99±0.17	19.67±1.59	18.31±0.642	58.73±60.11	13.63±5.80	45,000
낙동강	22	V	7.76±0.35	54.53±13.19	77.00±5.302	27.42±39.77	15.63±8.85	400,000
	23	W	8.10±0.74	51.38±10.66	72.31±13.662	88.33±75.92	16.40±8.32	120,000

수원	번호	정수장	Raw water quality (average ± standard deviation)					Capacity (m <sup>3</sup> /day)
			pH <sup>1)</sup>	Alkalinity <sup>1)</sup> (mg/L as CaCO <sub>3</sub> )	Ca <sup>2+</sup> 2) (mg/L as CaCO <sub>3</sub> )	TDS <sup>2)</sup> (mg/L)	Temp. <sup>1)</sup> (°C)	
밀양호	24	X	7.98±0.58	53.74±7.22	66.27±20.43	230.96±51.40	16.64±7.98	44,000
	25	Y	6.72±0.26	8.56±2.00	19.12±2.88	42.40±14.22	11.73±5.9	170,000
운문호	26	Z	6.81±0.29	10.65±1.31	18.64±5.53	42.15±11.23	14.88±6.23	80,000
	27	AA	7.15±0.31	17.73±2.68	22.80±1.97	54.06±9.23	13.42±6.38	10,000
	28	A	7.17±0.26	16.46±3.61	23.63±2.37	56.41±9.31	13.71±6.56	40,000
진양호	29	AC	7.04±0.43	30.87±9.30	38.62±5.121	70.92±32.68	16.11±7.48	121,000
구천호	30	AD	6.91±0.33	12.18±1.42	17.48±3.61	58.19±10.78	16.01±6.56	20,000

- 1) 일일측정자료임
- 2) 주간측정자료임
- 3) 취수원을 금강 부여에서 대청호로 변경(2009.6)

도가 낮은 전형적인 연수의 특징을 나타내고 있다. 석회암층이 발달한 북한강 수계와 낙동강 일부 정수장 원수의 경우 경도가 100 mg/L를 초과하는 경우도 있지만(2009년 조사대상 정수장의 분기 최대값은 123.9 mg/L) 광역상수도 공급 수도물의 2009년 평균 경도는 49.5 mg/L이며 최소값은 15.7 mg/L로 대부분 연수에 속한다. 연수는 물의 이용 측면에서는 긍정적인 효과가 있지만 수도물 부식성 측면에서는 연수일수록 부식성이 강하여 L값이 낮게 된다.

Fig. 2는 광역상수도 원수를 대상으로 매주 측정된 L값의 최대, 최소, 평균값을 나타내고 있다. 일시적으로 L값이 0을 초과하는 경우도 있지만, 모든 정수장에서 연평균 L값은 음인 것으로 조사되었다. 특히 Q 정수장 원수의 경우 최소값이 -4.03으로 조사되어 체계적인 수도물 부식성 제어가 필요한 것으로 판단된다.

### 3.2 주요 수계별 L 특성

수계별 원수의 L 특성을 파악하기 위하여 4대강 수계의 본류와 지류에서 취수하는 원수를 구분하여 L 특성 분석을 실시하고 결과를 Fig. 3에 나타내었다. D는 한강 수계 팔당호, N은 금강 수계 대청호, V는 낙동강 수계 중류(대구 상류), R은 섬진강 수계 섬진강댐(옥정호) 직하류에서 원수를 취수하는 정수장을 나타낸다.

매주 측정된 원수 L의 평균값은 D(한강 수계)는 -0.56, V(낙동강 수계)는 -0.69로 나타나 한강, 낙동강 본류의 경우 다른 수계보다 L값이 상대적으로 양호한 것으로 조사되었다. 한강 수계의 원수는 북한강과 남한강이 합류하는 팔당호에서 취수하였다. 특히, 남한강 수계인 충주호 직하류에서 취수한 원수(L 정수장)의 경우 연평균 L값은 -0.38로서 가장 양호한 것으

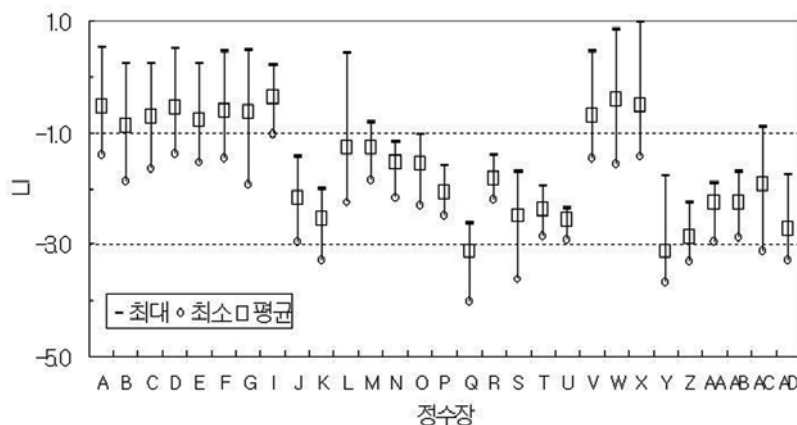


Fig. 2. 상수원수의 L 경향(2009, H 정수장 제외)

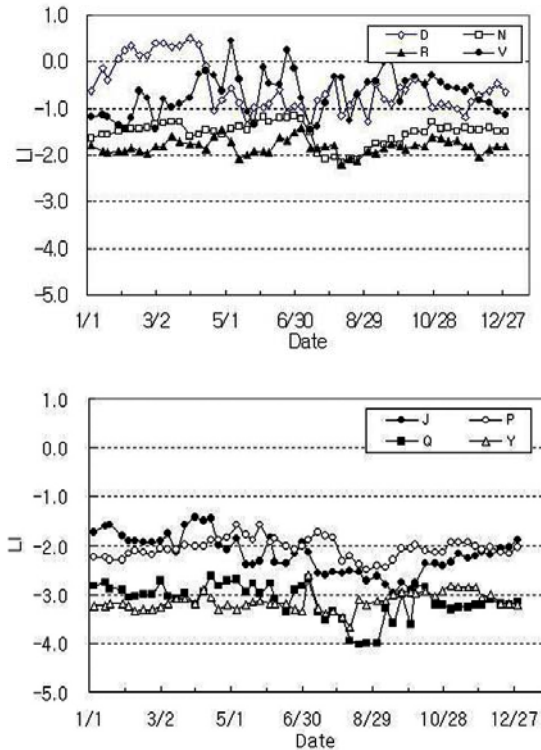


Fig. 3. 수계별 상수원수의 LI 경향(2009)(상 : 4대강 분류, 하 : 4대강 지류)

로 조사되었다. 이는 지질구조상 석회암층이 발달하여 원수의 pH, 알칼리도, 칼슘이온의 농도가 전반적으로 높은 것에 기인하는 것으로 판단된다. 한편, 한강수계의 경우 봄철(3-5월)에 원수의 pH가 상승하여 LI값도 높아지는 것으로 나타났는데, 이는 조류 개체수 증가에 따른 현상으로 파악된다(김 등, 2009).

낙동강 수계에서 원수를 취수하는 V 정수장의 경우에도 LI값이 양호한 수치를 나타내는 것으로 조사되었다. 전체적인 경향은 한강 수계와 유사하였으며, 특히 5월경에 높은 값을 나타내었다. 이는 한강 수계와 마찬가지로 조류발생 등에 기인한 원수의 pH 상승과 연관된 것으로 판단된다.

한편, 섬진강과 금강의 경우에는 다른 수계보다 부식성이 높았으며, 특히 섬진강 수계에서 부식성이 가장 높은 것(즉, LI값의 가장 음수인 값)으로 조사되었다. 이는 해당 지역의 지질특성과 연관된 원수의 수질(pH, 알칼리도, 칼슘농도 등)에 기인하는 것으로 판단된다.

한편, 4대강 분류가 아닌 하천이나 호소에 취수하는 경우는 Fig. 3 하단에 나타내었다. J는 강원도 횡성

호, P는 충남 보령호, Q는 전북 부안호, Y는 경남 밀양호에서 취수하는 원수에 대한 LI값을 나타내고 있다. Q, Y 정수장의 경우 LI가 매우 낮은 값을 보였는데, Q, Y 정수장의 원수의 연 평균 알칼리도는 각각 9.56 mg/L, 8.56 mg/L, pH는 각각 6.87, 6.72로서 LI가 구조적으로 매우 낮다. 또한 알칼리도가 낮다 보니 장마기에 강수량이 많을 경우 원수의 pH 및 알칼리도가 급격하게 감소하고, 이는 곧 수돗물 부식성의 증가로 이어져서 하절기에 녹물 발생 가능성이 급격하게 증가한다. 해당 정수장에서는 홍수기에 응집효율 향상을 위하여 알칼리제를 주입하고 있으나 공급되는 수돗물의 pH는 다른 정수장과 비교하여 여전히 낮은 수준으로 부식성이 매우 높은 것으로 평가된다. 따라서, 수돗물 공급과정에서의 녹물 발생을 최소화하기 위해서는 정수처리 과정에서 pH 및 알칼리도 상승을 통한 수돗물 부식성 개선이 필요하다. 한편, Q 정수장의 경우 수돗물 부식성 제어를 위해 2010년초 액상소석회 주입설비를 신규 설치하여 운영중에 있다(정 등, 2011).

### 3.3 수질인자와 LI의 상관성

LI는 식(1)에 표시된 바와 같이 pH, 수온, TDS, 칼슘농도, 알칼리도 5가지 요소에 영향을 받는다. Fig. 4는 D 정수장의 주요 원수 수질인자와 LI와의 상대적인 경향성을 나타내고 있다. 개별 수질인자의 값은 식(1)에서 pHs 계산을 위한 수식에 맞춰 전환된 값이다. 즉 수온과 TDS의 값은 개별값에 해당되는 상수값을, 칼슘농도와 알칼리도의 경우는 로그값을, pH의 경우는 해당 값을 별도의 전환 없이 도시하였다. Fig. 4에서 원수의 pH가 가장 변화가 크게 나타났으며, 다음으로 수온이었다. 칼슘농도와 알칼리도의 경우 변화정도가 유사하였으며, TDS 상수의 경우에는 큰 변화가 없었다. 한편, Fig. 4의 하단은 원수 pH와 LI와의 관계를 나타낸다. 인자간의 상관성에서는 Fig. 4에서도 표시된 바와 같이 pH와 가장 큰 상관성을 갖는 것으로 나타났다. 한편, Table 3은 Excel 통계함수 분석을 통해 계산된 개별수질인자와 LI값 간의 상관관계를 표현하고 있으며, 가장 상관성이 높은 인자는 pH이다. 즉 LI 계산식에서도 pH가 1단위 상승하면 LI도 1단위 상승한다. 다음으로 상관성이 높은 인자는 수온과 칼슘농도이다. 수온의 경우 정수처리 공정에서 실질적인 제어가 거의 불가능하므로 LI 제어를 위해 정수장에서

적용 가능한 방법은 pH와 칼슘농도를 제어하는 것이다.

한편, 수온이 25℃에서 4℃로 감소하고 다른 조건이 동일할 경우 LI값이 약 0.5 감소하는 효과가 있다(AWWA, 1986). LI의 정확한 의미는 탄산칼슘의 용해 가능성을 표현하는 것으로 LI가 양의 값에 가까울수록 탄산칼슘의 피막형성 가능성 높다. 즉 수온이 높을수록 LI는 증가하게 되고 이는 탄산칼슘의 피막형성에 긍정적인 효과를 준다(Schock, 1999). 그러나, 부식도(corrosion rate) 측면에서 보면 부식도는 수온이 증가할수록 증가한다. 따라서 수온이 증가할수록 탄산칼슘의 피막형성 가능성은 높아지나 LI가 현저하게

음의 값을 가질 경우에는 피막형성의 가능성이 낮으므로 부식도는 오히려 증가할 수 있다. 즉, 수온의 증가가 LI의 증가를 가져오기도 하지만 동시에 부식도의 증가도 가져오므로 수온이 두 가지 요소에 미치는 영향의 상쇄효과로 인해 실제 부식현상의 발현은 해당 원수를 이용한 실험이 수반되어야 할 것으로 판단된다(Mays, 2000).

### 3.4 정수처리 공정 중 부식성 변화

정수처리공정에서 수처리제 투입, 액화염소처리 등은 모두 처리수의 알칼리도, pH를 감소시켜 결국에는 LI를 더욱 감소시키게 된다(김 등, 2011b). Fig. 5는 정수처리 공정에서의 TDS, 칼슘농도, 알칼리도 및 pH의 변화를 나타내며, Fig. 6은 원수와 정수(소독 후)의 LI 변화를 나타낸다. 수온은 정수처리 전후에 큰 변화가 없으므로, 결국 처리수의 LI는 Fig. 4 하단 및 Fig. 6에 나타난 바와 같이 원수의 pH에 가장 큰 영향을 받는다. Fig. 6에서 4월 이전에는 원수 pH와 처리수 LI간의 상관성이 낮은 것으로 보이나, 이는 원수의 pH가 8.5 이상인 시기에 응집효율 향상을 위하여 액화탄산을 투입하여 정수장에서 인위적으로 원수의 pH를 저감시켰기 때문이다. Fig. 5 하단의 정수 pH(T-pH)와 Fig. 6의 정수 LI를 비교하면 경향이 유사하다. 즉 정수처리 과정에서 pH를 제외하고 LI에 영향을 미치는 수질인자의 변화는 크지 않으며, 정수의 LI는 정수처리 과정에서 부식성 제어를 위하여 pH 조정, 알칼리제 투입 등을 실시하지 않는 한, 대부분 원수의 pH에 가장 큰 영향을 받는 것으로 보인다. Fig. 5에서 R-TDS, T-TDS는 각각 원수 및 정수의 TDS를 의미한다.

한편, 본 연구는 상수원수의 부식성을 간접평가 지표인 LI를 활용하여 평가한 것으로, 실제 상수원별 LI가 수도물 공급과정에서 수도관 부식에 미치는 영향 파악을 위해서는 수도물을 이용하여 추가로 자료분석 및 실험이 필요할 것으로 판단된다.

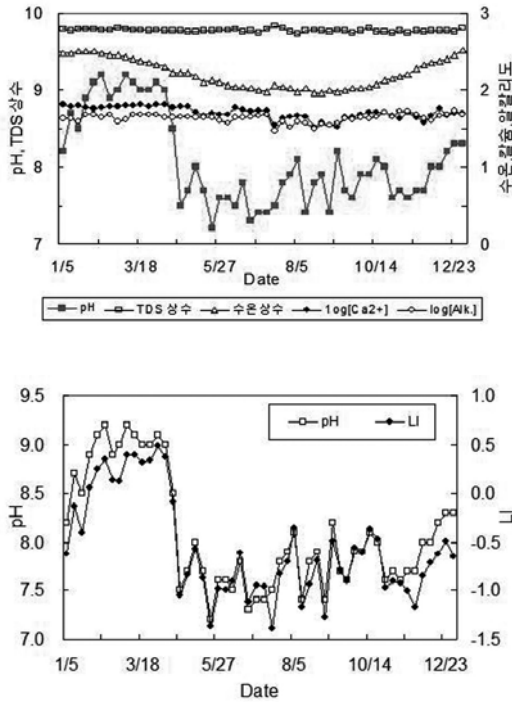


Fig. 4. 수질인자 및 LI의 변동 경향(2009) (상 : LI에 영향을 미치는 수질인자의 변동, 하 : pH가 LI에 미치는 영향) (D 정수장)

Table 3. 수질인자와 LI간의 상관성 분석 (D 정수장)

구분	pH	수온상수	TDS 상수	log[Ca <sup>2+</sup> ]	log[Alk.]	LI
pH	1.00					
수온상수	0.73	1.00				
TDS상수	0.27	0.27	1.00			
log[Ca <sup>2+</sup> ]	0.57	0.59	0.08	1.00		
log[Alk.]	0.24	0.45	-0.22	0.55	1.00	
LI	0.97	0.60	0.16	0.63	0.30	1.00

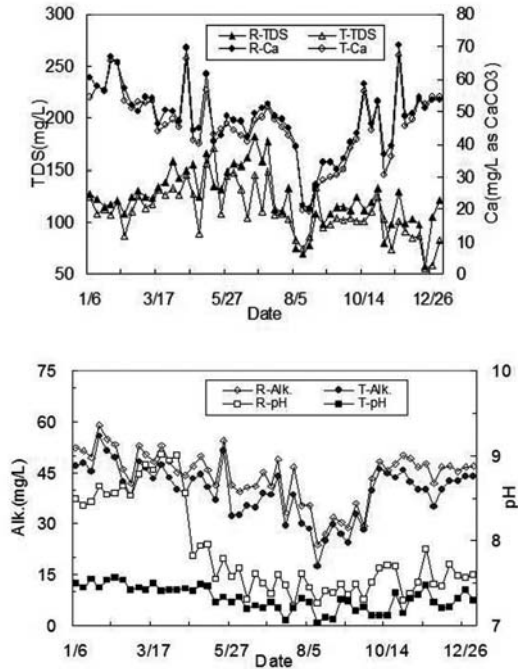


Fig. 5. 정수처리 전후 수질변화

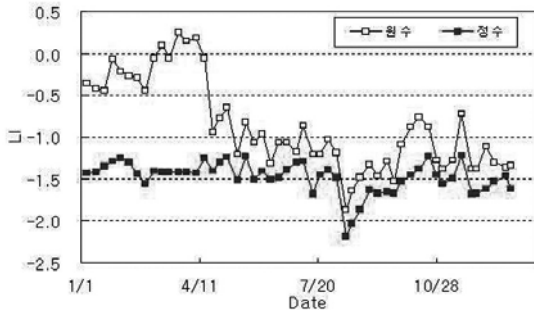


Fig. 6. 정수처리 전후 LI 변화(2009) (B 정수장)

### 4. 결론

국내 광역상수도 30개 정수장의 상수원수를 대상으로 LI(Langelier Index)를 활용하여 부식성을 조사하고, 정수처리 공정에서의 개선방안 등을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 광역상수도 정수장 상수원수의 연평균 LI는 모두 음의 값을 갖는 것으로 조사되어 부식성이 큰 것으로 판단된다.

2. 4대강 수계 분류에 대한 계절별 LI 조사결과 한강 및 낙동강은 다른 수계에 비해 LI가 높게 조사되었다. 계절적으로는 여름에 LI가 낮은 것으로 조사되었으며 이는 강우로 인한 원수 pH 저하에 기인하는 것으로 판단된다.
3. 4대강 분류가 아닌 상수원의 경우 지리적 특성에 따라 LI에 많은 차이가 발생하였으며, 특정 상수원의 경우 LI의 최소값이 약 -4.0로 조사되어 부식성 개선을 위한 대책 수립 및 실행이 요구된다.
4. 수질인자들과 LI와의 상관성 분석결과 pH, 수온, 칼슘농도 순으로 LI와의 상관성이 높은 것으로 조사되어 정수처리 공정에서는 LI 제어를 위하여 pH 및 칼슘농도 제어가 가장 중요한 것으로 평가되었다.

### 감사의 글

이 논문은 2011년도 제주대학교 학술연구지원사업에 의하여 연구되었습니다.

### 참고문헌

구성은, 우달식, 이두진, 김주환, 안효권, 문광순 (2006) 수질제어 및 부식억제제에 의한 상수도관의 내부부식 제어, 상하수도학회지, 20(2), pp. 215-223.

김영관, 김진근 (2011a) 음용수질의 안정성을 위한 부식저수제도의 도입, 상하수도학회지, 25(5), pp. 707-717.

김진근, 김영관 (2011b) 국내 수돗물의 부식성 특성 및 개선방안, 상하수도학회지, 25(5), pp. 731-739.

김진근, 이송희, 김재원 (2010) 급속여과공정에서 여과수질 저하 원인 및 개선방안, 상하수도학회지, 24(3) pp.333-339.

김진근, 이송희, 방호희, 황수옥 (2009) 팔당호의 조류 발생 특성, 대한환경공학회지, 31(5), pp. 325-331.

일본동경도 (2011) <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp>

유순주, 박수정, 안경희, 김현구, 김창수, 정일록, 박영복 (2008) 수돗물 수질에 따른 옥내급수관 부식에 미치는 영향 분석, 한국물환경학회지, 24(6), pp. 701-708.

정원석, 김진근, 박덕준, 김선욱, 정상기 (2011) 소석회와 이산화탄소를 이용한 수돗물 부식성 제어에 관한 연구, 상하수도학회지, 25(2), pp. 193-199.

한국상하수도협회 (2010) 상수도시설기준.

환경부 (2011a) 먹는물 수질관리 지침.

환경부 (2011b) 2009년 상수도통계, 환경부.

AWWA (1986) Corrosion control for operators.

EPA (2011) <http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm>

Mays, L.W (2000) Water Distribution Handbook, Mc-Graw Hill, New York.

Kawamura, S. (2000) Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, John Wiley & Sons, Inc., New York.

K-water (2010) 정수처리시설 종합개선계획 보완, K-water

Sarin, P., Snoeyink, V.L., Bebee, J., Kriven, W.M., and Clement, J.A. (2001) Physico-chemical characteristics of corrosion scales in old iron pipes, Wat. Res., 35(12) pp. 2961-2969.

Schock, M.R. (1999) Internal corrosion and deposition control in Water Quality and Control 5th Ed. Mc-Graw Hill, New York.