

# 서울시 취수원수의 총배양성바이러스 분포특성과 바이러스 불활성화비의 계절적 변화

최연규\*, 김성택 · 한지선 · 김세철 · 차소양 · 이은숙 · 차영섭 · 김복순

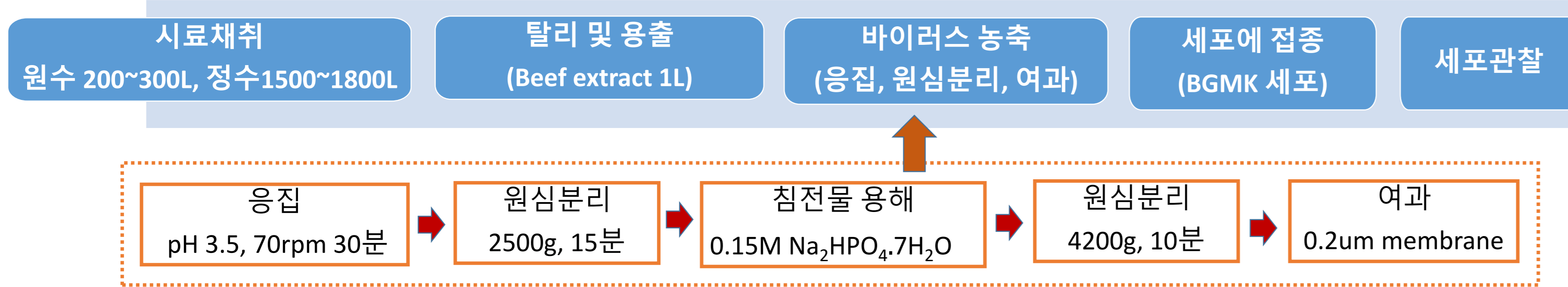
서울특별시 서울물연구원

## 서론

하천 및 호수에는 다양한 바이러스가 존재하며, 엔테로바이러스, 노로바이러스 등은 인간에게 수인성 질병을 일으킬 수 있으므로 지속적인 모니터링과 관리가 필요하다[1]. 국내에서는 수도법 제28조의 2(병원성 미생물의 분포실태 조사), 수도법 시행규칙 제18조의 3(병원성 미생물 조사 대상 시설)에 따라 국내 5,000m<sup>3</sup>/d 이상인 정수장은 반기 1회 이상 취수원수에 대하여 바이러스를 검사하고, 100 MPN/100L 이상이 검출된 경우 정수에 대해서도 추가적으로 바이러스를 검사하고 있다 [2,3]. 바이러스 검사는 2개월 이상이 소요되며 세포배양 등 전문적인 기술이 필요한 검사로, 정수에 대한 정기적인 수질검사를 통해 수질 안전성을 확인하기는 어렵다. 이에 따라 수도법 시행규칙에는 바이러스에 대한 수돗물의 안전성을 확보하기 위한 정수처리 공정에서의 운영관리 기준을 정수처리기준으로 정하고 있다 [3]. 바이러스의 경우 취수원수부터 정수지 유출수까지 99.99% (4로그) 이상을 제거(불활성화)해야 하며, 여과공정에서 2로그 제거 및 소독공정에서 2로그를 불활성화시켜야 한다. 이에 따라 서울시에서는 취수원수에 대하여 분기별로 총배양성 바이러스를 검사하고 있으며, 정수센터별로 소독능(CT)을 계산하여 바이러스 불활성화비를 보고하고 있다. 본 연구에서는 최근 10년간 서울시 취수원수에 대한 바이러스 분포특성과 6개 정수센터 소독공정에서의 바이러스 불활성화비의 계절적 변화를 분석하여 서울시 아리수에 대한 바이러스 안전성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

- 기간 및 주기 : 2009-2018(10년), 분기별 조사
- 대 상 : 서울시 6개 취수원수 (광암, 강북, 암사, 구의, 자양, 풍납) (223점)  
서울시 6개 정수센터 (광암, 강북, 암사, 구의, 뚝도, 영등포) 정수 (82점)
- 분석 항목 : 총배양성바이러스 (국립환경과학원고시 제2017-50호, 표준시험방법), 정수처리기준에 의한 바이러스 불활성화비



서울시 취수장 위치

## 결과 및 고찰

### ● 10년간 취수원수 바이러스 분포현황

- ✓ 10년간 서울시 취수원수 바이러스 검사결과 정수검사 필요조건인 100 MPN/100L 이상은 5%로 바이러스 오염도는 높지 않음
- ✓ 계절적으로 갈수기인 1분기에 바이러스가 증가하는 경향을 나타냈으며 강우시기에 하류의 암사, 구의, 자양 취수원에서 간헐적으로 높은 수준의 바이러스가 검출됨
- ✓ 상류인 광암, 강북에 비해 왕숙천 등 지류천 하류에 위치한 암사, 구의, 자양에서 높은 경향을 나타냈으며, 풍납은 다른 하류지점에 비해 상대적으로 낮은 경향을 나타냄
- ✓ 취수원수 검출 바이러스에 대한 유전자 분석결과 사람에게 대한 병원성이 낮은 레오바이러스 (Reovirus)가 우점 (46점/49점)하였으며 일부 시료에서 엔테로바이러스(Enterovirus)가 검출

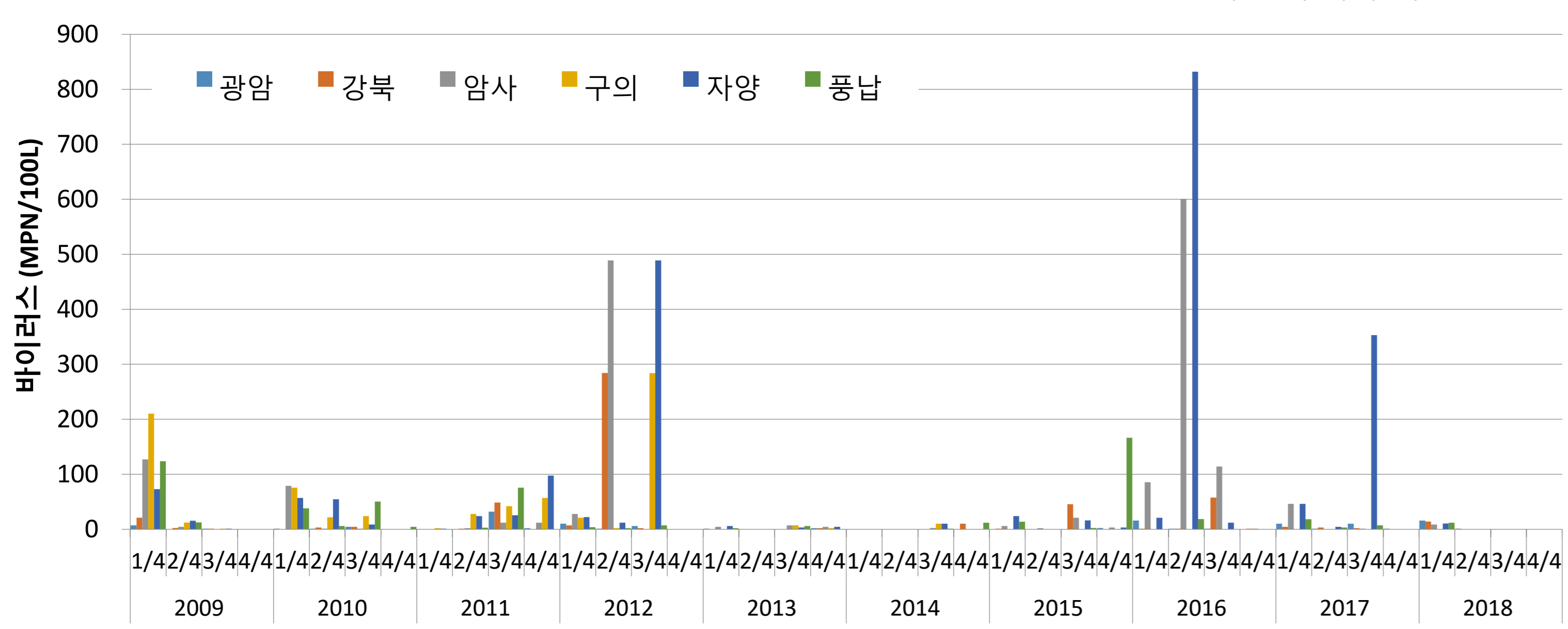
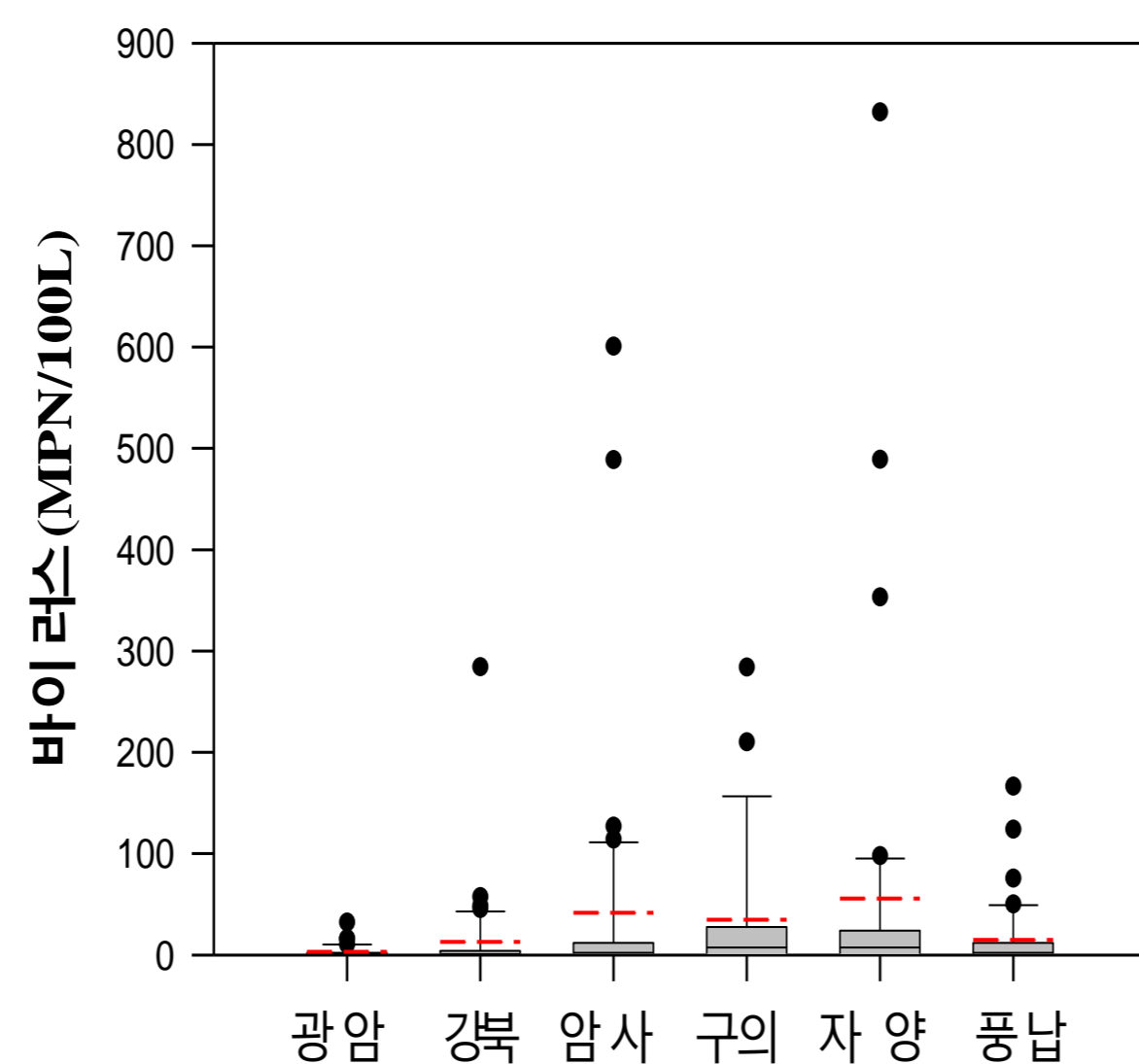


표1. 2009~2018년 취수원수별 총배양성 바이러스 평균 및 최대값 (MPN/100L)

지점	광암	강북	암사	구의	자양	풍납
평균 (최대)	3.2 (32.0)	13.0 (284.3)	41.6 (600.7)	34.8 (283.9)	55.7 (832.0)	14.7 (166.5)

표2. 취수원수 바이러스 검출농도별 시료수 및 기여도 (2009-2018)

바이러스 (MPN/100L)	불검출	10이하	10-99.9	>100	총 시료수
시료수 (%)	88 (39.4)	70 (31.4)	53 (23.8)	12 (5.4)	223 (100)

표3. 취수원수 바이러스 종류별 검출건수(2015-2018)

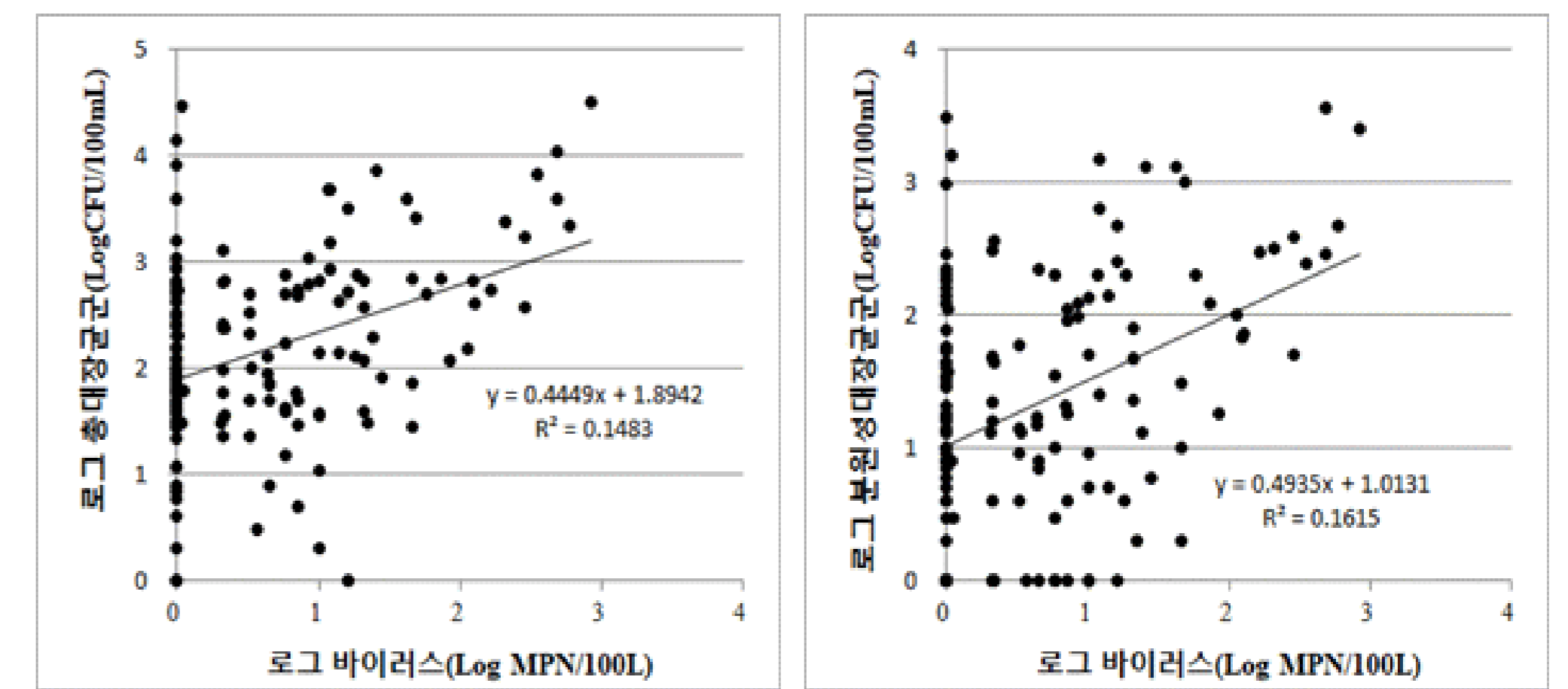
	광암	강북	암사	자양	풍납
레오바이러스	9	9	11	9	8
엔테로바이러스	0	2	1	1	0
미확인	3	2	7	5	3

## 결론

- ✓ 한강취수원수의 바이러스 오염도는 높지 않으나 갈수기인 동절기에 오염도가 증가하였으며, 상대적으로 하류의 취수원에서 오염도가 높게 나타남.
- ✓ 서울시 정수센터의 바이러스 불활성화비는 연중 8이상으로, 충분한 소독능이 확보되어 바이러스에 대한 안전성이 확인됨

### ● 취수원수 바이러스와 환경인자와의 관계

- ✓ 수온, pH, 탁도 등 물리적 인자와의 상관관계는 낮게 나타남
- ✓ 총대장균군, 분원성 대장균군과 양의 상관관계를 나타냈으나 100MPN/100L 이하에서는 상관성이 낮음

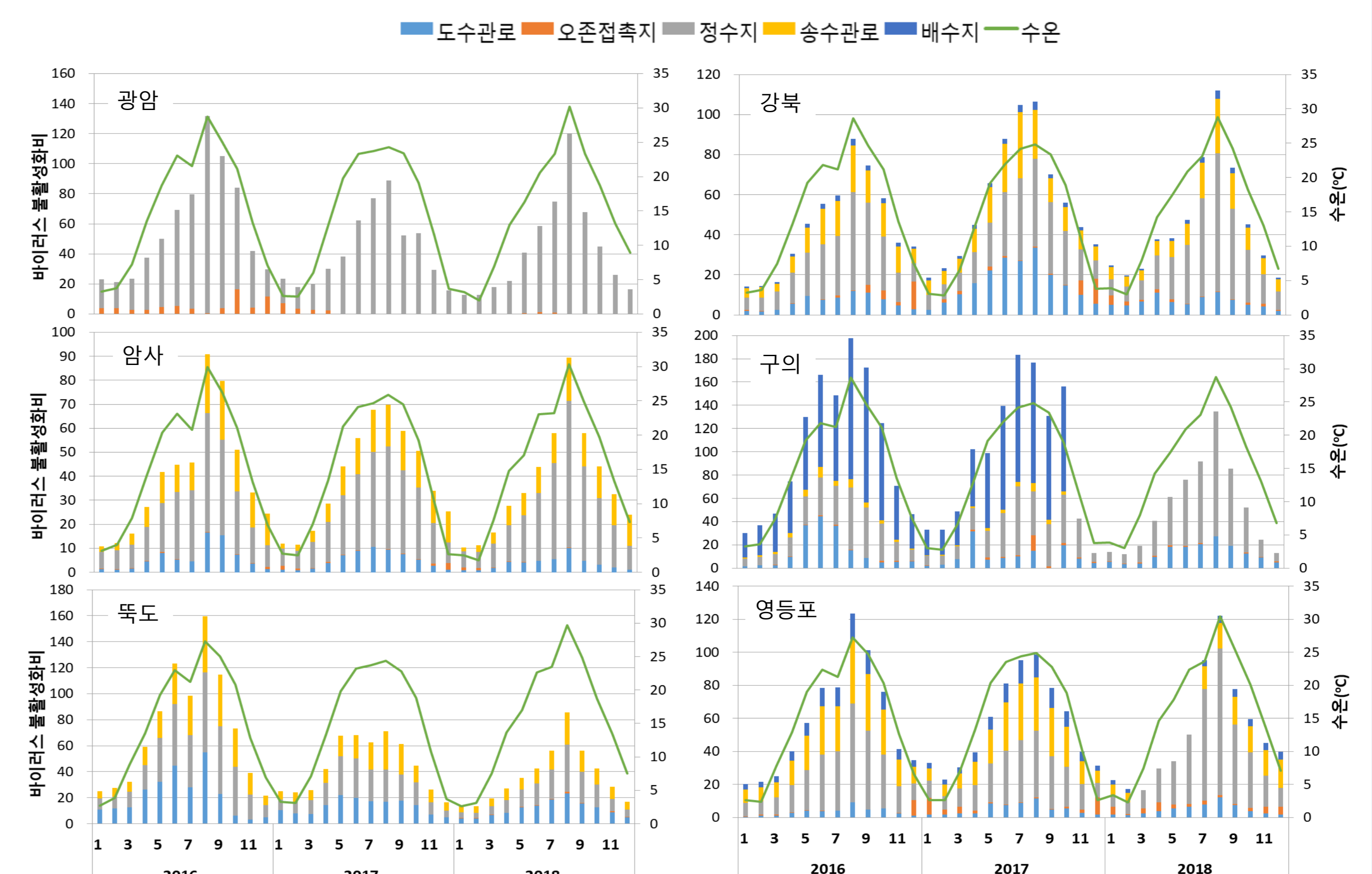


### ● 정수 바이러스 분포 및 바이러스 불활성화비

- ✓ 정수 바이러스 검사결과 모두 불검출
- ✓ 정수처리기준에 따른 불활성화비는 소독능이 낮아지는 겨울에도 바이러스 불활성화비 월평균 8.0 이상 확보 (송수관로 포함시 10 이상)

표4. 6개 정수센터 소독공정별 월 평균 불활성화비 (2016-2018)

지점	광암	강북	암사	구의	뚝도	영등포
도수관로	-	9.8 (1.7-33.6)	4.8 (0.8-16.6)	12.7 (1.4-44.7)	15.4 (3.4-54.9)	4.3 (0.4-12.1)
오존	2.3 (0.0-16.5)	2.0 (0.1-13.6)	0.4 (0.0-2.9)	1.1 (0.1-13.1)	0.5 (0.2-1.0)	2.2 (0.0-10.4)
정수지	45.5 (12.5-131.2)	23.0 (6.2-69.0)	22.4 (6.7-61.2)	29.7 (6.5-107.4)	20.2 (4.2-61.6)	26.3 (7.0-88.8)
불활성화비합	47.8 (12.6-131.6)	34.6 (8.6-80.6)	27.6 (8.4-71.4)	43.1 (8.0-134.8)	35.7 (8.5-116.5)	32.8 (8.8-102.2)



## 참고문헌

- [1]. 장석재 등, 2007. 총배양시험법에 의한 물 시료에서 감염성 바이러스 측정과 분리 및 동정에 관한 연구, Journal of bacteriology and virology, 37(1) : 47-59.
- [2] 수도법 제28조의2 (병원성 미생물의 분포실태 조사)
- [3]. 수도법 시행규칙 제 18조의 2(정수처리 기준등), 3(병원성 미생물의 조사 대상 시설 등)