

## 하수 기반 감염성 병원체 감시

- 하수 내 코로나19바이러스 검출 추이 확인
- 노로바이러스 검출 현황 확인
- 인플루엔자 및 급성호흡기바이러스 검출로 유행 현황 파악
- 질병관리청 대시보드 결과 업로드를 통해 감염성 병원체의 전국적 유행 현황 파악 기초자료로 제공

### 1. 조사개요<sup>1)</sup>

- 조사기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 12월
- 조사방법 : 1차 침전지 유출수에서 핵산을 추출 후 실시간(역전사)중합효소연쇄반응법 실시하여 바이러스 유전자 확인
- 조사항목 : 코로나19바이러스, 노로바이러스, 인플루엔자바이러스 및 급성호흡기바이러스 7종※  
[※아데노바이러스(ADV), 사람보카바이러스(hBoV), 파라인플루엔자바이러스(PIV), 리노바이러스(hRV), 사람코로나바이러스(hCoV), 호흡기세포융합바이러스(RSV), 사람메타뉴모바이러스(hMPV)]

### 2. 조사대상

- 하수 검사 대상 현황  
검체는 주 1회 수영, 강변, 남부, 동부 및 해운대 하수처리장에서 1차 침전지 유출수를 대상으로 감염성 바이러스 병원체 검사를 실시하였으며, 전체 검사건수는 181건이다. 감시 대상 하수처리장의 현황은 표 1에 나타내었다. 수영하수처리장은 동래, 연제, 금정 전역과 부산진, 해운대, 수영 일부의 880,100명의 인구수를 처리하고 있어 부산시 13곳의 하수처리장 중 처리인구수가 가장 많은 하수처리장이며, 다음은 강변하수처리장으로 865,673명, 남부는 718,952명, 동부는 226,125명이었다. 대상 지점 중 처리인구수가 가장 작은 곳은 해운대 하수처리장으로 121,225명의 생활하수를 처리한다. 5개 지점의 처리인구수는 부산시 전체 인구의 83.8% 이다.

표 1. 조사 대상 하수처리장 현황

하수처리장	처리구역	처리인구수
수영하수처리장	동래, 연제, 금정 전역, 부산진, 해운대, 수영 일부	880,100명
강변하수처리장	북구, 사하, 사상 전역 및 서구 일부	865,673명
남부하수처리장 <sup>(3월 시행)</sup>	남구 전역 및 부산진, 수영 동구 일부	718,952명
동부하수처리장 <sup>(9월 시행)</sup>	해운대구 우동, 반송지역	226,125명
해운대하수처리장 <sup>(9월 시행)</sup>	해운대구, 좌동, 중동일부(청사포, 달맞이), 송정, 기장 내리분구	121,225명

(출처 : 부산환경공단 홈페이지)

검사건수는 수영과 강변이 각 52건, 3월부터 추가된 남부하수처리장에서 43건, 그리고 9월부터 감시를 시작한 동부와 해운대 하수처리장에서 17건이었으며, 표 2에 나타내었다.

표 2. 2023년 월별 검사 현황

월	검사건수	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
합계	181	10	8	12	12	15	12	15	12	20	25	20	20
수영	52	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4
강변	52	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4
남부	43	-	-	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4
동부	17	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	4	4
해운대	17	-	-	-	-	-	-	-	-	4	5	4	4

### 3. 조사결과

#### ○ 하수 pH 및 전기전도도 측정 결과

하수처리장별 pH는 그림 1에서 나타낸 바와 같이 수영하수처리장에서 일부 높게 나타난 검체가 있었으나, 하수처리장별 평균값에는 큰 차이가 없었다. 하지만 전기전도도의 경우에는 지점별로 차이를 보였다. 남부하수처리장은 평균 전기전도도가 3,256  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 으로 가장 높았고, 동부하수처리장은 1,863  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 강변은 1,406  $\mu\text{S}/\text{cm}$  순이었으며, 해운대하수처리장은 956  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 으로 가장 낮은 수치를 나타내었다.

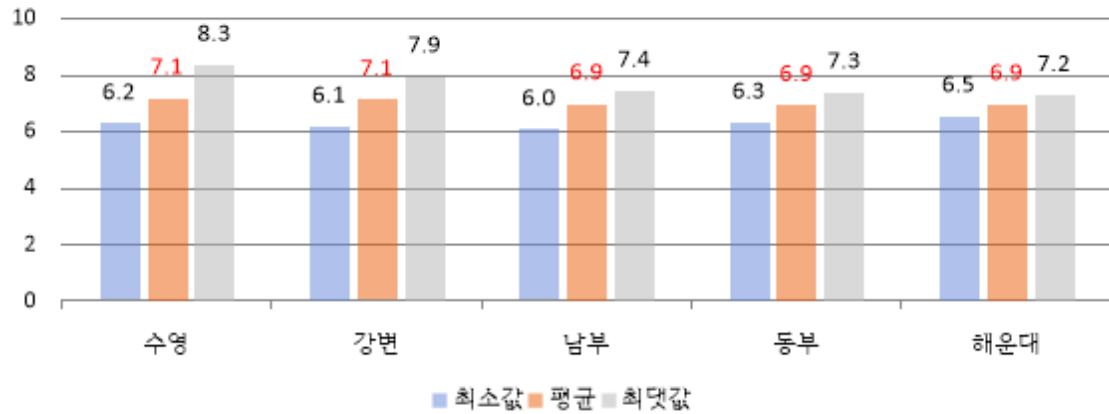


그림 1. 지점별 pH 측정 결과

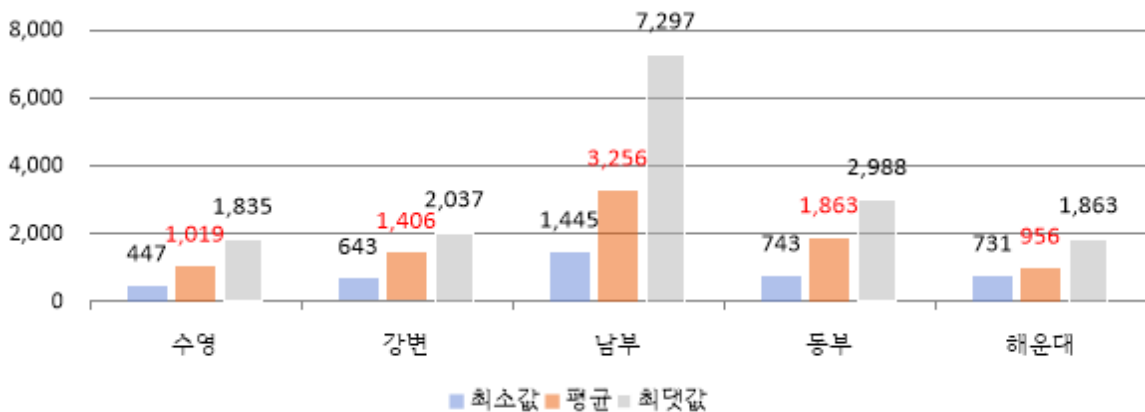


그림 2. 지점별 전기전도도 측정 결과

○ 코로나19바이러스 검출 현황

검사 181건 중 강변하수처리장 3건을 제외한 178건에서 코로나19 바이러스가 검출되어 검출률이 98.3%에 달했으며, 코로나19바이러스가 꾸준히 유행하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 하수처리장별 검출 현황은 표 3에 나타내었다.

표 3. 하수 내 코로나19 바이러스 검출현황

구분		합계	수영	강변	남부	동부	해운대
검사건수		181	52	52	43	17	17
COVID-19	검출건수	178	52	49	43	17	17
	검출률(%)	98.3	100.0	94.2	100.0	100.0	100.0

지점별 Ct(Cycle Threshold) 값의 평균을 확인해보면 해운대에서 가장 낮은 값을 가지는 것으로 나타났으며, 이는 가장 많은 바이러스를 포함하고 있다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 타겟 유전자형별로 살펴봐도 N1 gene을 제외하고는 해운대하수처리장이 E : 27.74, ORF 1ab : 28.52, N2 : 32.56으로 다른 지점에 비해 낮은 Ct 값을 나타내 가장 높은 코로나19바이러스를 포함하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 다음으로 높은 바이러스량을 가진 곳은 동부하수처리장이었으며, E : 28.96, ORF 1ab : 29.61, N1 : 31.77, N2 : 33.74 이었다. 가장 Ct값이 높은 곳은 강변하수처리장으로 확인되었고, E : 31.50, ORF 1ab : 30.89, N1 : 34.19, N2 : 33.48이었다. 자세한 수치는 표 4에 언급하였다.

표 4. 하수 내 코로나19 바이러스 유전자형 평균 Ct 값

[Ct : cycle threshold]

	수영	강변	남부	동부	해운대
E	30.04	31.50	29.44	28.96	27.74
ORF 1ab(RdRp)	30.56	30.89	29.86	29.61	28.52
N1	34.38	34.19	34.27	31.77	32.79
N2	33.91	33.48	33.83	33.74	32.56

○ 노로바이러스 검출 현황

노로바이러스 검출 현황을 살펴보면 수영하수처리장 검사건수 52건 중 51건(검출률 98.1%), 강변하수처리장 52건 중 46건(검출률 88.5%)이었으며, 나머지 남부, 동부와 해운대하수처리장은 모든 검체에서 노로바이러스가 검출되어 전체 181건 중 174건에서 노로바이러스가 검출되어 96.1%의 검출률을 보였다. 검출된 노로바이러스의 유전자형은 노로바이러스 GII가 174건, 노로바이러스 GI이 136건이었으며, 이중 중복검출은 136건으로 노로바이러스 GI이 검출된 모든 하수 검체에서 노로바이러스 GII가 검출되는 것을 확인할 수 있었다(그림 3).

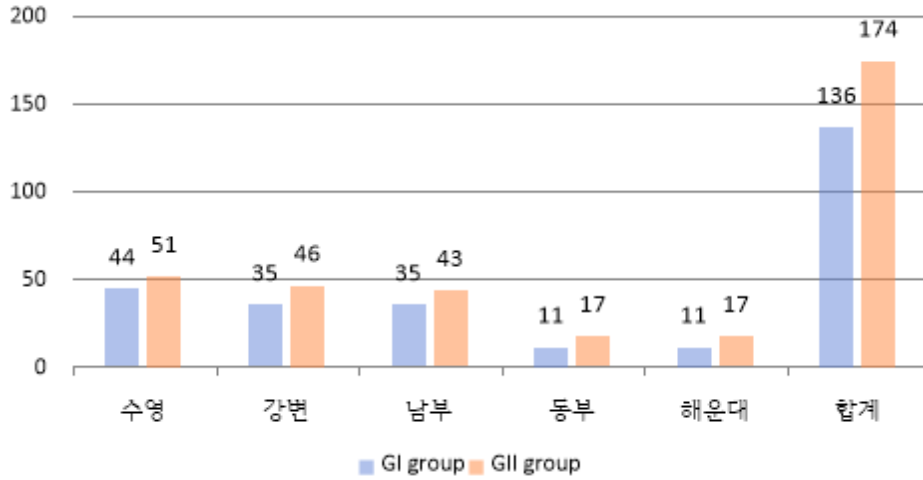


그림 3. 지점별 노로바이러스 유전자형 검출 현황

○ 지점별 급성호흡기바이러스 검출 현황

하수 채수 지점 중 가장 많은 검출 건수를 나타낸 곳은 수영하수처리장으로 7종의 호흡기감염증 원인바이러스가 83회에 걸쳐 검출되었다. 이 중 가장 많은 것은 아데노바이러스(38건)였고, 다음이 사람보카바이러스로 18건, 인플루엔자 13건이 뒤를 이었으며, 사람코로나바이러스는 검출되지 않았다.

남부하수처리장의 경우 아데노바이러스 39건, 사람보카바이러스 19건, 인플루엔자바이러스 8건, 사람메타뉴모바이러스와 호흡기세포융합바이러스가 각 4건과 3건 검출되었다.

강변은 52건 검사 중 5종의 호흡기바이러스가 47건 검출, 동부는 17건 중 5종의 바이러스가 28건, 그리고 해운대하수처리장은 17건 중 파라인플루엔자와 리노, 사람메타뉴모바이러스가 검출되지 않아 총 5종, 30건의 바이러스를 확인할 수 있었다.

표 5. 지점별 급성호흡기바이러스 검출건수

[검출건수/검출률(%)]

하수처리장	검사건수	검출건수	ADV	PIV	RSV	IFV	hCoV	hRV	hBoV	hMPV
합계	181	261	138 (76.2)	2 (1.1)	11 (6.1)	39 (21.5)	1 (0.6)	4 (2.2)	56 (30.9)	10 (5.5)
수영	52	83	38 (73.1)	1 (1.9)	6 (11.5)	13 (25.0)	-	2 (3.8)	18 (34.6)	5 (9.6)
강변	52	47	28 (53.8)	1 (1.9)	-	5 (9.6)	-	2 (3.8)	11 (21.2)	-
남부	43	73	39 (90.7)	-	3 (7.0)	8 (18.6)	-	-	19 (44.2)	4 (9.3)
동부	17	28	16 (94.1)	-	1 (5.9)	9 (52.9)	-	-	1 (5.9)	1 (5.9)
해운대	17	30	17 (100.0)	-	1 (5.9)	4 (23.5)	1 (5.9)	-	7 (41.2)	-

ADV : 아데노바이러스, PIV : 파라인플루엔자바이러스, RSV : 호흡기세포융합바이러스, IFV : 인플루엔자바이러스, hCoV : 사람코로나바이러스, hRV : 리노바이러스, hBoV : 사람보카바이러스, hMPV : 사람메타뉴모바이러스

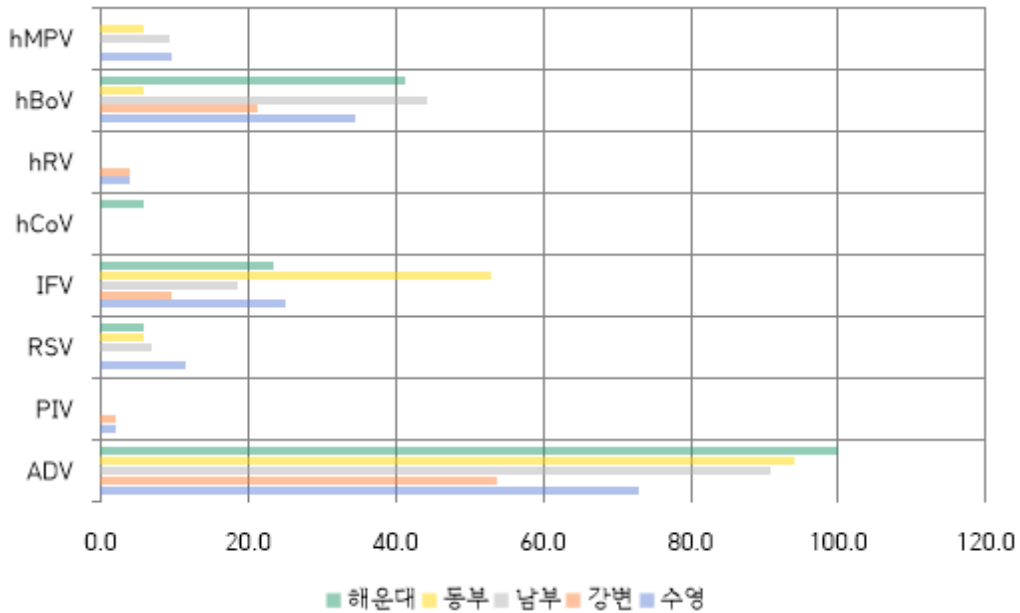


그림 4. 지점별 급성호흡기바이러스 검출률

○ 월별 급성호흡기바이러스 검출현황

원인 바이러스의 월별 검출률은 12월이 검사건수 20건에서 아데노바이러스 17건, 인플루엔자바이러스 16건, 사람보카바이러스 6건, 사람메타뉴모바이러스와 호흡기세포융합바이러스 각 2건, 사람코로나바이러스 1건으로 6종의 바이러스가 총 44건 검출되어 가장 바이러스 검출 빈도가 높았다. 다음은 11월로 아데노바이러스 19건, 인플루엔자바이러스 8건, 사람보카바이러스와 사람메타뉴모바이러스가 각 3건, 호흡기세포융합바이러스가 2건으로 총 5개의 바이러스가 35건 검출로 다음을 이었다.

10월 역시 6종의 바이러스가 31건 검출되어 10, 11, 12월이 바이러스 검출이 많이 되는 것을 확인할 수 있었으며, 1월은 4종의 바이러스가 9건 검출, 2월은 5종의 바이러스가 6건 검출되어 상대적으로 낮은 검출 현황을 나타내었으나, 이는 2개 지점의 결과이므로 추가적인 검사를 통한 추이 확인이 필요할 것으로 생각된다.

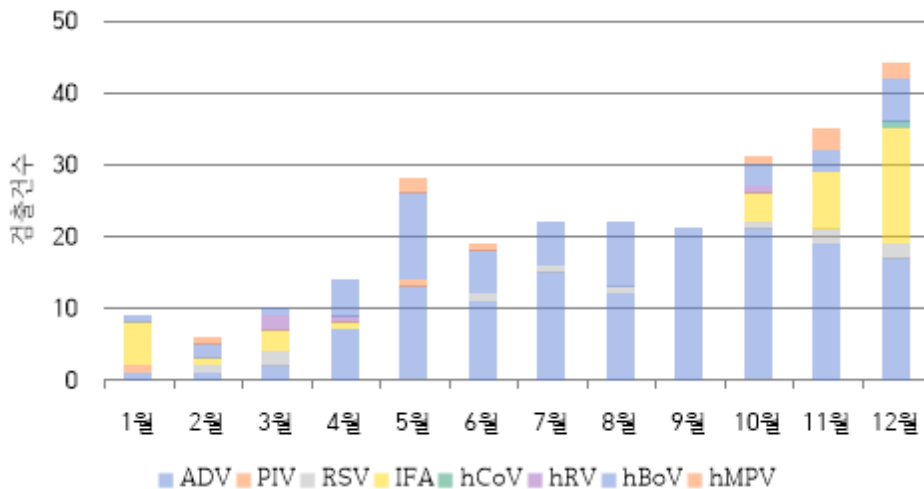


그림 5. 월별 급성호흡기바이러스 검출 현황

## ○ 원인 호흡기바이러스별 검출현황

하수 내에서 급성호흡기감염증 원인바이러스 중 가장 많이 검출된 바이러스는 총 검사 181건 중 138건 (76.2%)에서 검출된 아데노바이러스이다. 아데노바이러스는 해운대하수처리장 검체 17건 중 17건 모두에서 검출되었으며, 동부는 17건 중 16건(94.1%), 남부 43건 중 39건(90.7%), 수영 52건 중 38건(73.1%), 그리고 강변하수처리장에서는 52건 중 28건(53.8%)에서 검출되었고, 월별로 살펴보면 1월 10.0%, 2월 12.5%, 3월 16.7%를 제외하고는 모두 50% 이상의 검출률을 나타내어 연간 검출되는 것을 확인할 수 있었다.

아데노바이러스 다음으로 많이 검출되는 바이러스는 사람보카바이러스로 총 56건에서 검출되어, 검출률은 30.9%였고, 5월 12건 검출로 가장 많이 검출되었으며, 다음은 8월로 9건에서 확인되었다.

인플루엔자바이러스의 경우 1월에 6건 검출로 검출률 60.0%, 3월 3건 25.0%, 2월 8건 검사 중 1건 검출로, 검출률 12.5%를 나타내다 차츰 줄어들었다. 하지만 다시 10월 4건, 11월 8건, 12월 16건으로 검출률이 16.0%, 40.0%, 80.0%로 급격히 상승하는 것으로 나타났다.

호흡기세포융합바이러스는 11건(6.1%), 메타뉴모바이러스 10건(5.5%), 리노바이러스(2.2%), 파라인플루엔자는 1.1%의 검출률을 보였으며 사람코로나바이러스는 0.6% 검출에 그쳤다.

그림 6. 급성호흡기바이러스별 검출 건수

표 6. 월별 급성호흡기바이러스 검출률 [검출률(%)]

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
ADV	10.0	12.5	16.7	58.3	86.7	91.7	100.0	100.0	95.0	84.0	95.0	85.0
PIV	10.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RSV	0.0	12.5	16.7	0.0	0.0	8.3	6.7	8.3	0.0	4.0	10.0	10.0
IFA	60.0	12.5	25.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	40.0	80.0
hCoV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
hRV	0.0	0.0	16.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0
hBoV	10.0	25.0	8.3	41.7	80.0	50.0	40.0	75.0	10.0	12.0	15.0	30.0
hMPV	0.0	12.5	0.0	0.0	13.3	8.3	0.0	0.0	0.0	4.0	15.0	10.0

#### 4. 활용방안

- 국내 코로나19바이러스, 노로바이러스, 인플루엔자 및 급성호흡기바이러스 유행 양상에 대한 종합 분석 및 유행 확산 차단 자료 제공
- 정보 공유를 통한 감염성 병원체의 전국적 유행 현황 파악 및 데이터 축적

#### 5. 기대효과

- 코로나19바이러스감염증 등 감염성 병원체의 지역사회 확산 조기인지에 기여
- 하수 감시를 통한 임상 기반의 방역체계 한계점 극복
- 감염병 발생 상황과 추이 분석을 통한 감염병 안전망 구축