

지역 참여형 연구 최종보고서

수질관리  
(Water Quality Management)

---

**수질정화시스템을 활용한 온천천 수질개선  
분석연구**

---

2020. 12

김성민



환경부지정  
부산녹색환경지원센터  
Busan Green Environment Center

## 제 출 문

부산녹색환경지원센터장 귀하

본 보고서를 “수질정화시스템을 활용한 온천천  
수질개선 분석 연구”에 관한 최종보고서로 제출합  
니다.

연구기관명 : 숨쉬는 동천

연구책임자 : 김성민

연 구 원 : 이용희, 서성용, 이미영, 정민경

## 요 약 문

온천천은 부산의 중요한 도시 생태하천으로 시민들이 많이 이용하는 장소이기도 하다. 최근 부산시에서는 상류지점에 비점오염 저감시설을 완공하여 온천천의 수질을 개선하는데 주력하고자 했다. 본 연구에서는 온천천 이용 시민들을 대상으로 직접 설문조사를 통해 이용시민들이 온천천 개선에 바라는 점을 정확히 파악함과 동시에 연안교에서부터 안락교에 이르는 중·하류 지역의 하천 오염도를 분석하고자 한다. 이와 동시에 수질 개선에 필요한 다양한 기술적 접근을 고려하고 적합한 시스템을 이용하여 수질 개선의 효과를 확인하고자 한다. 결과적으로 개선의 효력이 있다면 실효적인 기술적 도입을 통해 중·하류 지역의 수질을 개선하여 부산시와 시민단체, 그리고 해당 기술을 통한 상호 협력으로 중·하류의 맑은 하천을 시민들이 보다 많이 이용할 수 있도록 조성되기를 바란다.

도시를 통과하는 모든 하천의 공통된 첫 번째 인자는 치수다. 도시는 인간의 집중으로 형성된 것이므로 인간중심의 정책은 어떤 의미이든 간에 최우선적으로 정할 수밖에 없다. 현재의 도시하천은 치수제일의 원칙을 변경하기에는 우리의 의식이 인간중심에서 하천중심으로 바뀌지 않는 현실을 고려하여 치수와 생태의 공존을 위해 치수를 원활하게 통제하기 위한 정책을 도입하여 최우선적으로 실시하는 정책과 치수의 부하통제가 가능해지면 이를 토대로 지속가능한 생태하천을 조성하는 정책이 요구된다. 지속가능한 생태하천의 가치를 최대화시켜 지속적인 관리비용의 투입을 최적화할 정책과 생태하천의 주위환경과의 문화적 지리학적 조화를 추구하는 정책들이 요구된다. 치수중심 및 일정량 이상의 강우가 발생할 경우 대체 하수도로 이용되고 있는 도시형 하천에서는 지속적으로 악취문제가 발생할 수밖에 없다. 악취의 원인으로 직접적인 악취물질이 유입되는 경우와 비점오염원의 유입으로 인한 자생적인 악취유발이 있으며 때로는 2가지가 혼재된 형태의 유형을 보이기도 한다. 특히 비점오염원으로 인한 악취의 경우 도시특성상 오염원의 불특정발생으로 그 관리가 난해하다. 도로에서의 비점오염원, 인근주민의 투기, 하수도로부터 하·폐수유입 등이 주 원인이나 이를 효율성 있게 규제관리할 수 있는 방안의 도출 및 지원이 필요하다. 비점오염원으로 인한 악취는 하천에서 흐름이 없거나 느린 지역에서 일정수준 이상의 온도하에서 용존산소가 결핍된 구역에서 일어난다. 이를 해결하기 위해서 비점오염원의 유입방지, 하천퇴적물의 주기적인 청소, 유량의 확대로 유속을 증가, 하천수의 용존산소량(DO)를 증대시키는 방안들이 필요하다.

본 연구에서는 수질정화시스템에 의한 수질오염도 및 개선도에 관한 데이터를 비교 분석함으로써 원수기준 지표대비 성과지표에 대한 도달·개선 여부를 알아보았다. 온천천 연산교 정점의 구역에서 기준 결과 원수 대비 시료수의 개선도는 평균적으로 생물학적 산소요구량(BOD)의 경우 70%이상, 화학적 산소요구량(COD)는 60%이상, 부유물질(SS)는 90%이상, 그리고 총대장균군의 경우에는 99% 이상의 개선 효과를 보였다.

# 목 차

제1장 서론	1
제2장 본론	3
제1절. 온천천 현황	3
제2절. 온천천 악취에 대한 설문조사 및 전문가 자문	5
제3절. 온천천의 수질 개요	8
제4절. 온천천 수질개선 진행 방법	9
제5절. 결과 및 고찰	10
5-1. 수질 항목 분석	10
5-2. 수질 분포 특성	13
제6절. 온천천 수질개선을 위한 다양한 기술 제안	18
제3장 결론	23
참고문헌	24
별첨	25

## 표 목 차

표 1. 하천 수질 환경 기준 -----	10
표 2. 2020년 6월 지점별 수영강 수계의 수질조사 결과 -----	11
표 3. 2020년 6월 온천천 연산교 지점에서 DO 측정값 -----	12
표 4. 온천천의 하계 우수기 수질 -----	13
표 5. 1차 시험성적서 결과 -----	14
표 6. 2차 시험성적서 결과 -----	14
표 7. 3차 시험성적서 결과 -----	14
표 8. 온천천 수질개선을 위한 플라즈마 수질개선 정화시스템의 장단 점 -----	21
표 9. 온천천 수질개선을 위한 다양한 기술 장치의 정량적 비교 --	21

## 그림 목차

그림 1. 온천천의 지도 -----	4
그림 2. 온천천 악취에 대한 설문지 -----	6
그림 3. 연구개발 추진 체계 -----	7
그림 4. 연구 진행 과정 -----	9
그림 5. 7월 시험성적서 -----	15
그림 6. 8월 시험성적서 -----	16
그림 7. 9월 시험성적서 -----	17
그림 8. 스케일업(scale up)하기 위한 구간정보와 설치 및 적용방법 -----	22

## 제 1 장 서 론

국토 중에서 육지부의 수역에 속하는 하천은 국토환경의 주요 구성요소이다. 하천은 물과 흙으로 구성되어 있기 때문에 육역이나 해역의 생태 서식처와는 상당히 다른 독특한 성질이 있다. 하천은 지표수가 모여서 높은데서 낮은 데로 흐르면서 단기간에는 좀처럼 변하지 않는 비교적 일정한 곳을 따라 흐르는 자연의 물질이다. 우리나라는 연간 강수량의 2/3가 하절기 3개월에 집중되며 유역의 대부분은 산지로 구성되어 하천의 구배가 크고 표토층은 얇아 토양함수량이 적은 관계로 강우의 대부분이 바로 하천과 강을 통해서 바다로 유출되는 특성을 가지고 있다. 부산의 하천들은 대부분 하천연장이 짧고 하상구배는 급한 편이라 우수기를 제외하고는 건천화가 심해서 수질이 상당히 나쁜 편이다. 또한 부산의 하천들은 악취를 발생시키는 것도 예사이고 시민들에게는 심미적 불쾌감까지 주면서 도시의 미관을 해치면서 남해로 흘러가는 하천들이 대부분이다. 하천의 수질 관리를 위해 환경기준을 설정해서 정책적으로 관리해오고 있지만 부산의 하천들은 하천정화대책 수립시 예산과 그 효율성의 증대를 위해 정확한 오염도의 현황들을 이용하기 위해서 보다 합리적인 하천관리가 필요한 실정이다. 하천유역으로 산업고도화 및 도시화에 따른 인구증가로 영양염류 및 비점오염원의 방출로 인한 유입이 하천에 증가하면서 심각한 부영양화 단계에 이르게 되어 도심의 생태하천은 수질을 점점 악화되어가게 만들고 있다. 이러한 수질의 저하 및 악화는 심한 악취와 스컴(scum) 등의 오염물질을 유발하게 되어 수(水)생태계를 파괴하는 것은 물론 주변의 생활환경에도 악영향을 미치고 있다. 특히 스컴 등의 부유성 오염물질이 배출하는 악취는 두통 및 메스꺼움을 유발할 수 있고 물고기의 폐사에 원인이 되기도 한다. 도시가 인구와 인프라에서 성장하는 동안 사람들이 생산 배출하는 폐기물의 양은 엄청나게 증가했으며 특정 도시지역에서는 폐기물들을 도심하천에 직접 버려도 되는 곳으로 취급하고 생각하게 하는 또 다른 역할을 담당하게 되었다. 하천과 하천(=강)유역에서의 인구증가와 경제 변화는 지역사회에 공급할 물의 양을 줄어든게 하고 하천의 수질까지도 악화되게 하여 사람들의 정신적 육체적 건강에 악영향을 미치고 있다. 수질악화에 따른 국민 건강의 유해성에 관한 미국 사례를 살펴보자. 20세기 초에 발표한 수인성 질병의 확산을 보여주는 보고타의 인구들에게서 전염병 문제가 얼마나 심각한지를 극적인 지표로 지금까지 적용되고 있다. 가장 흔한 전염병인 장티푸스와 이질에 감염된 사람들은 대변에 오염된 물을 마시고 전염되었다. 1910년대 후반 콜롬비아에서 채택된 세균학 이론은 질병 전파에 대한 설명으로 미나 스마 이론을 대체해 색과 냄새보다는 물에서의 생물학적 오염물질에 대해 엔지니어와 의사들에게 많은 주목을 받았다. 부산의 도심지를 관통해 흐르는 온천천의 주변도 산업고도화와 도시화 그리고 인구증가로 인해서 영양염류 및 비점오염원 유입이 하천으로 증가하면서 심각한 부영양화 단계에 이르게 되어 도심 속의 생태하천인 온천천의 수질을 점점 심하게 악화시키고 있다. 이러한 수질의 악화는 심한 악취와 스컴 발생 등의 오염물질을 유발시키고 수생태계를 파괴하는 것과 함께 주변 생활환경에도 악영향을 미치면서 불쾌감을 준다. 인구증가, 도시화, 산업화로 하천과 강으로 방출되는 영양염류의 유입이 급속히 증가되면서 심각한 부영양화 단계에 이르고 있는 것이 현 실정이다. 도시화에 따라 이처럼 하천환경이 훼손되어 하천이 지닌 고유한 자연환경 기능은 저하되고 악화되면서 수질오염의 확대와 하천공간의 황폐화 등이 일어나고 있다. 또한 도시화는 하천 본래의 환경기능들을 많이 상실하게 만들고 생물들도 살 수 없을 정도로 단순 하수도의 기능으로 전락시키는 경우도 있다. 이 같은 상태에서

수중 생태계는 특정 미생물의 대량 증식(녹조, Green Tide)로 우점되어 생물다양성의 감소도 유발시킨다. 자연수역의 대부분 하천수질은 가정오폐수와 공장오폐수들의 인위적인 유입으로 오염이 계속 가속화되고 있다. 이로 인해 하천 바닥에는 퇴적물이 쌓이면서 낮은 용존산소량(Dissolved Oxygen Concentration)으로 하천수는 자정작용을 잃고 점점 썩어감에 따라 수질이 악화되고 악취가 발생하면서 생활환경을 점점 나빠지게 하고 있다. 특히 도시 특성상 관리가 어려운 비점오염원으로 인한 악취문제는 심각하다. 따라서 본 연구는 이러한 수질오염 문제를 개선해서 보다 나은 생활환경을 만들기 위해 온천천 연안교 정점에서 정기적으로 실험 및 조사하여 개선여부를 알아보고자 하는 것이다. 도시생태 하천인 온천천은 단순한 하천으로서의 의미를 가지는 것이 아니라 온천천 주변과 온천천을 찾는 시민과 지역민들의 삶에 여유생활 그리고 건강에도 밀접한 관계를 가지고 있다. 부산의 대표적 도심의 생태하천인 온천천의 수질 개선은 부산시가 끊임없는 공사와 사업으로 지속적 관리와 관심을 가져왔다. 그럼에도 불구하고 온천천의 연안교 이하인 중·하류에 대한 수질개선 의지는 온천천 연안교 이상의 구간에 비해 미미하고 방법론적 접근조차 하지 않고 있는 실정이다. 따라서 온천천 연안교 이하의 중·하류에 대한 수질을 수시로 확인하면서 수질 상태를 객관적으로 파악코자 연안교 정점 주변으로 연구를 주력하려 한다. 수질정화시스템을 활용하여 온천천 연안교 이하의 중·하류에 있는 연안교 정점에서 온천천의 수질개선 여부를 분석함해서 해당 지점에서의 수질개선 가능성과 대안을 제시하고자 한다. 특히 온천천의 연안교 정점을 중심으로 해서 오염수 살균정화, 오염수질개선, 악취저감효과를 알아보기 위해 본 연구를 시작하였다.

## 제 2 장 본 론

### 제 1 절 온천천 현황

온천천은 부산광역시 금정산의 고당봉과 계명봉 골짜기에서 발원하여 건너천, 동래천, 사직천, 거제천 등의 지류와 주차장과 도로로 복개된 약 1.1km의 복개구간을 가지면서 도심의 밀집 주거지역인 금정구, 동래구, 연제구 등을 통과하는 약 14.2km의 길이와 약 56.3km<sup>2</sup>의 유역면적을 갖고 국가하천이 되는 수영강으로 흐르는 지방 하천이자 부산의 도심하천이다(그림 1). 부산 하천들의 대부분 경우에 효율적인 관리를 위해서 권역코드-하천코드-하천평가코드-복원가능성코드 순으로 부여한 관리코드를 설정해서 하천들의 관리체계 구축에 힘쓰고 있다. 권역코드는 부산 전체 하천들을 4개의 권역(1-동부산권역, 2-수영강권역, 3-중부산권역, 4-낙동강권역)으로 구분하여 1~4코드를 부여했다. 하천코드는 하천일람에 제시된 하천코드로 부여하고 하천평가코드는 하천평가 결과를 활용하여 우선순위 순으로 부여(F-치수하천, S-이수하천, F-환경하천)하고 복원가능성 코드는 전 구간 복개하천(CA01)과 일부구간 복개하천(C01)로 구분한 후 복원가능성 평가순위를 부여하고 있다. 따라서 온천천의 관리코드는 2-2621060-S/F/E-C13이다. 수영강 하구에서부터 약 2km 지점인 서쪽 방향에서 수영강으로 유입해 합류하는 지류 하천인 온천천은 본류를 제외하고 14개나 되었던 지천들 대부분이 시가지 형성과 하수도 정비로 복개가 되어 지금은 대부분이 하수도로 활용되고 있는 실정이다. 온천천은 그 많은 지천들이 거의 하수도로 이용되고 있어서 폭넓은 유지용수량의 확보가 어렵다. 현재 온천천 수계의 유지용수는 상류의 금정산 계곡에서 유하하는 온천천 발원지로부터의 유량과 낙동강으로부터 도수되는 유량이 합쳐진 양이다. 금정산으로부터 유하되는 양은 상류일부 유역에서의 유량으로 국한되다보니 자연적인 유지용수량이 평소에는 적은 수량이다가 강우시에만 합류식 하수도의 월류수가 일시에 유출되어 온천천으로 유입됨으로 수질의 변동이 자주 나타나곤 한다. 합류식 하수도의 월류수와 비점오염원의 유입으로 주변 생태계와 단절은 온천천이 도심하천으로서의 가치에 본질적인 한계를 보인다. 그러나 최근에 온천천은 낙동강의 상수원수 공급과 다양한 하천 정비사업들이 지역민들에게 다양한 휴식공간을 제공하고 있다. 사직천과 온천천의 합류지점(동래구 사직동 982-7 일원)에 설치된 온천천 비점오염 저감시설과 유지용수의 계속 공급은 수질개선에 역할이 있을 것으로 기대한다. 또한 온천천은 강우량이 적은 6월에 적조의 농도가 대체로 높으며 강우량이 증가해서 하천유량이 많은 7월 이후에는 적조생물의 발생이 크게 둔화된다. 따라서 여름~가을 기간에는 적조생물(Cryptomonads)가 대폭 감소하나 6월에는 상당량 번성하고 겨울~봄 기간에는 농도가 증가하는 경향이 있다. 적조생물이 많이 번성한 겨울에 상대적으로 높은 생물학적 산소요구량(BOD)을 나타낸다. 적조현상은 영양염류의 발생이 요인이 됨으로 온천천 유역의 하수관거정비와 새로운 수질개선문제에 대한 해석과 대응이 필요하다.





그림 1. 온천천의 지도

## 제 2 절 온천천 악취에 대한 설문조사 및 전문가 자문

그림 2의 설문지는 온천천 유역을 중심으로 살고 있으면서 온천천 연안교와 연산교까지 방문이 잦은 주로 50대 중년(남 13명, 여 16명)들을 중심으로 해서 악취에 대한 설문 조사를 실시 한 바 대체적으로 다음의 결과와 바램 내용들을 보였다. (1). 온천천을 자주 방문하고는 있지만 하천에 대한 인식정도는 매우 부정적인 것으로 나타났다. (2). 온천천의 악취에 대해서 하천정비의 필요성을 매우 크게 느끼고는 있지만 직접적인 관여(민원)은 매우 싫어했다. (3). 악취 개선(또는 저감)에 대한 열망이 매우 높았다. 따라서 온천천을 시민들이 원하는 맑고 깨끗한 수질 확보와 악취저감을 위해서는 지속적인 하천정비와 체계적인 수질개선 방법의 구축에 있어서 기존의 방법들에 비해 보다 우수하게 개선될 방법이 필요하다는 것을 알았다. 그래서 그림 3처럼 진행하기 위해 온천천 수질개선을 위하여 3명의 현장 전문가들로부터 보다 나은 개선 방법들에 대해 자문과 조언을 들었다. ①. 도시하천의 경우 하천의 오염정도가 매우 심각할 수 있으며 특히 악취 등의 환경오염은 주위 주민들의 심각한 민원이다. 본 연구는 하천수질의 정화를 위해 도입된 수질정화장치의 효과를 검증하기 위해 온천천의 오염이 심한 곳에 설치하여 그 실험을 행하고 있으므로, 도시하천의 대표적인 오염원으로 나타나는 스컴의 발생에서 스컴의 크기, pH, TDS 등의 지표분석을 통하여 어느 정도까지 수질정화가 가능한지 또한 부수적으로 악취의 저감정도가 어디까지 가능한지의 가능성을 분석함으로 향후 도시하천의 정화에 기여할 수 있는 기초자료의 획득이 가능할 것으로 판단된다(엄태규 경성대 교수). ②. 도심지 하천인 온천천의 수질정화와 악취개선은 시민들에게 중요하다. 특히 하류부의 정체구역이 물리적인 구조물로 흐름을 주거나 지속적인 정화시스템 운영이 필요하다고 사료된다. 본 연구에서 처리방법은 물리적인 처리로 폐기물 발생량이 적고 운영이 용이하므로 하천수질 개선효과를 나타내 보일 것으로 판단된다. 일정한 요일과 시간에 수질을 측정하여 개선여부를 확인하여 좋은 결과를 나타낼 것으로 기대한다(김지원 공학박사). ③. 온천천 수질개선을 위한 유출구 부근 마이크로 버블시스템을 활용하여 DO의 증가를 유도한다. 높은 탁도와 수질 오염을 감안하여 by pass를 활용한 유입구를 개선한다. 유량 유속을 파악하여 효율적인 수질분배 방향을 찾는다. 높은 유입수의 오염을 감안하여 활성탄 막의 수명 및 재생시간을 확인하는 작업이 필요하다. 주요 오염구간을 선별하고 선별한 장소에 따른 설치 방안이 필요하다(박한배 공학박사).

온천천 악취에 대한 설문 조사

성 별: ①남 ②여 연 령: ①20대 ②30대 ③40대 ④50대 ⑤60대이상  
거주지: ①금정구 ②동래구 ③연제구 ④기타 구  
(작광)

1. 온천천의 악취 문제를 어떻게 생각하고 계십니까?(한 곳에 체크(✓)해 주세요.)  
①. 문제가 있다. ②. 문제가 없다.
2. 온천천의 악취로 인해서 시청, 구청 또는 관련기관에 (민원)신고를 한 적이 있습니까?  
(한 곳에 체크(✓)해 주세요.)  
①. 악취를 경험하고도 (민원)신고를 하지 않았다. → 3번으로 가서 체크해 주세요.  
②. 악취를 경험하지 못했다.  
③. 악취를 경험하고 (민원)신고를 한 적이 있다. → 4번으로 가서 체크해 주세요.
3. 온천천의 악취를 경험하고도 시청, 구청 또는 관련기관에 (민원)신고를 하지 않은  
이유가 무엇입니까?(한 곳에 체크(✓)해 주세요.)  
①. (민원)신고를 할 정도로 악취가 심하지 않아서  
②. (민원)신고를 하고 싶었지만 귀찮아서  
③. (민원)신고를 해도 개선될 것 같지 않아서
4. 온천천의 악취를 경험하고 시청, 구청 또는 관련기관에 (민원)신고를 한 후에 악취가  
어떻게 되었습니까?(한 곳에 체크(✓)해 주세요.)  
①. (민원)신고 이전보다 개선되었다.  
②. (민원)신고 이전보다 잠시 개선되었다가 시간이 경과하자 다시 악취가 발생했다.  
③. (민원)신고를 해도 전혀 개선되지 않았다.

5. 온천천에서 악취를 경험한 횟수를 한 곳에 체크(✓)해 주세요.

거의 경험하지 못함 (1년에 1번 정도)	간혹 경험 (2달에 1번 정도)	한 번씩 경험 (한 달에 1번 정도)	다소 빈번하게 경험 (일주일에 1번 정도)	매우 빈번하게 경험 (일주일에 2~3번 이상)

6. 온천천에서 경험한 악취(냄새)의 강도를 한 곳에 체크(✓)해 주세요.

간신히 느낄 수 있는 냄새	무엇인지 느낄 수 없는 냄새	확실히 느낄 수 있는 냄새	강한 냄새	견디기 어려운 강한 냄새

7. 옛날(이전)에 비해서 현재의 온천천 악취 문제가 어떤지 한 곳에 체크(✓)해 주세요.

매우 개선	조금 개선	비슷	조금 악화	매우 악화

8. 앞으로의 온천천 악취 문제는 어떻게 될지 한 곳에 체크(✓)해 주세요.

매우 개선	조금 개선	비슷	조금 악화	매우 악화

2020© 대단히 감사합니다.

-숨쉬는 동천, 부산녹색환경지원센터-

그림 2. 온천천 악취에 대한 설문지



그림 3. 연구개발 추진 체계

### 제 3 절 온천천의 수질 개요

도시에서 가장 기본이 되는 것이 바로 물 관련 문제이다. 산업고도화와 도시의 집중화 그리고 농축산업 등에 의한 수질오염이 증가되고 있고 폭우와 홍수 등의 자연재해에 의한 수질오염도 크게 발생하고 있다. 수질오염은 비점오염원에 의한 오염과 점오염원에 의한 오염으로 양분될 수도 있다. 최근 하천과 하천변에서는 하천의 재건된 물리적 조건을 넘어서는 문제가 발생하고 있다. 더 넓은 의미와 통합된 방식으로 도시의 하천과 하천변을 복원하는 것이 지속 가능한 관행에 대한 초점에 중요성이 증가하고 있다. 지난 수년 동안 도시 지역의 지속 가능한 생활과 관련된 몇 가지 패러다임이나 움직임이 중대한 이슈로 다루어지고 있는 것으로 보인다. 이러한 상황에서 도시의 하천(=강)과 도시의 물 시스템을 고려하는 것은 환경 효율적인 관행과 같은 새로운 접근 방식의 영향을 받았다. 온천천 상류에 비점오염저감시설이 들어서는 것이 이런 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다. 그러나 10년 전만 하더라도 온천천은 전국의 도시 생태하천 중 대표적인 사례로 도시와 생태하천의 조화를 완성하는 듯 하였으나 지금은 유량부족, 침투 및 저류능력의 감소 등으로 인해 수질이 악화되고 비점오염원의 관리 편중으로 인해 연안교 정점에서부터 안락교 정점에 이르는 중·하류지점의 수질은 개선될 기미를 보이지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 온천천 중·하류를 대상으로 연안교 정점의 수질을 꾸준히 살피고 조사하면서 수질개선의 필요성과 개선방안을 모색하고자 한다. 1차적으로 부산의 중·소형 하천 및 도심하천의 상태를 파악하여 오염도 순에 따른 분류가 필요하고 심각한 하천을 중심으로 하천에 유입된 퇴적물을 제거함은 물론 본 연구의 수질정화시스템을 하천수질 및 악취 저감용 복합 환경개선 설비로 가장 오염도가 심한 또는 생활환경과 직접적인 관계가 있는 중·소형 하천과 도심하천에 설치해서 하천의 오염된 수질을 개선하고 개선된 수질을 지속적으로 유지하고 제어할 수 있게 한다. 그리고 오염된 하천에서 발생하는 악취와 스킴 발생, 물고기 폐사 등을 저감시킴으로써 하천과 하천 주변을 보다 나은 생활환경으로 개선하고자 한다. 비점오염원과 용존산소량(DO) 또는 화학적산소요구량(COD)나 생물학적산소요구량(BOD) 등에 따라서 수질개선, 악취개선, 스킴발생량 개선의 정량적인 데이터를 주기적으로 수집하여 수질정화시스템 설비를 설치한 곳과 설치하지 않은 곳의 실증적인 비교 분석연구를 통해서 수질정화시스템 개발에 대한 타당성을 검토할 필요가 있을 것이다. 하천수질 및 악취 저감용 복합 환경개선 설비에 대한 연구개발의 목적이 점점 쇠퇴하여 가고 있다. 부산의 중·소형 하천과 도심하천들에 본 연구를 적용함으로써 하천의 수질을 개선하고 악취를 저감시켜 부산의 중·소형 하천 주변을 생태하천으로 거듭날 수 있도록 하는 것이 주된 목적이다. 이를 통해서 사람들의 생활환경이 개선되고 보다 많은 혜택을 제공 받을 수 있을 것이며 자연 친화적 도시로 거듭나게 될 것이다. 이러한 것들이 부산을 쾌적하게 만들고 부산을 자연친화적 도시의 이미지로 만들어서 관광객 유치에도 직·간접적인 역할을 하게 될 것이다. 아울러 앞서 설명한 바와 같이 주기적인 데이터 수집을 통해 수질정화시스템을 설치한 곳과 설치하지 않은 곳의 수질을 조사 분석 연구함으로써 수질개선 효과에 대한 타당성을 살펴볼 것이다.

## 제 4 절 온천천 수질개선 진행 방법

온천천을 대상으로 시민들이 느끼는 악취에 대한 문제점을 설문 조사한 바로 지속적인 하천 정비와 체계적인 수질개선의 방법이 필요하다는 것을 알았다. 이러한 구축을 위해서는 꾸준하게 지속적으로 수질 상태를 측정해서 온천천 중·하류의 실질적인 수질 상태를 꼼꼼하게 파악할 필요가 있다. 분석을 위한 측정지점은 연산교 정점의 일원에서 동일 지점을 중심으로 강우 시와 강우 후를 포함하여 불특정 날짜(및 요일)에 용존산소량(DO)와 탁도를 측정해서 수질개선의 변화도를 비교한다. 매월 말일 기준으로 원수와 수질 정화된 시료수를 채취하여 부산보건환경연구원에 환경부 고시 수질오염공정시험을 의뢰해서 시험성적서를 받아 수질상태를 비교한다. 이를 통해 그림 4와 같은 연구진행 과정으로 수질 개선 정화시스템 장비를 이용해 온천천 중·하류 지역으로 흘러드는 비점오염원 및 수질의 개선에 대한 해결 가능성을 타진해서 저비용 고효율의 대안을 제시하고자 한다. 하천수는 표층수를 채취하여 수온과 DO를 현장에서 직접 바로 측정했다. 그 외 화학적산소요구량(COD), 생물학적산소요구량(BOD), 부유물(SS), 총대장균군의 수질항목 측정은 2L 채취병으로 채수하여 부산보건환경연구원에 의뢰 분석했다. 본 분석 연구의 조사 지점으로는 온천천 연산교 정점의 일원으로 선정해서 월 1회 수질조사를 실시하였다.

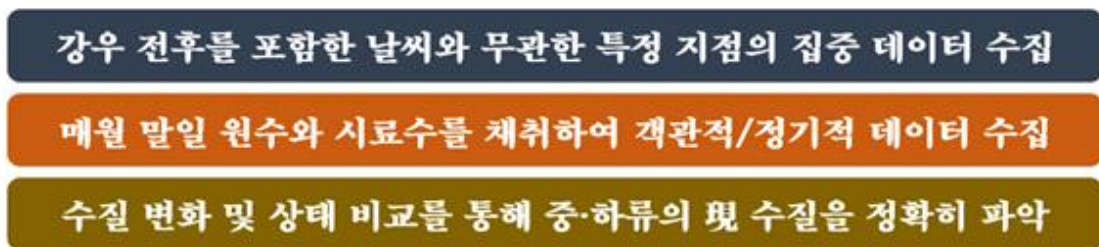


그림 4. 연구 진행 과정



## 제 5 절 결과 및 고찰

### 5-1. 수질 항목 분석

부산광역시 보건환경연구원의 2020년 6월의 수질측정망 운영결과 보고를 표 1과 표 2의 수영장 수계의 지점별 수질조사 결과에서 서로 비교해 살펴보면 온천천의 2020년 6월 수질의 용존산소량(DO)가 좋음으로 나타냄을 알 수 있다. 그러나 측정지점들이 비록 다르기는 하지만 본 연구에서 세병교 지점 아래쪽에 있는 연산교 정점에서 직접 측정한 결과치와는 다소 편차가 있다. 2020년 온천천 연산교 정점의 주변에서 DO(브랜드/Lutron, 모델명/YK-22DOA)로 본 연구를 위해서 직접 측정한 결과치를 보면 표 3과 같다. 8일간 연산교 정점의 동일지점에서 DO를 본 연구에서 직접 측정한 평균이 4.55mg/L로 부산보건환경연구원이 세병교 지점 일원의 기준으로 발표한 DO의 평균치가 7.40mg/L(좋음)과 연안교 DO 평균치 8.2mg/L(매우 좋음)과는 2.85mg/L에서 3.45mg/L까지 차이를 보였다. 본 연구에서 직접 측정한 결과를 기준으로 할 경우에 온천천 연산교 정점에서의 수질등급은 “약간 나쁨”으로 나타나기 때문에 부산보건환경연구원의 발표의 “좋음” 이상과는 3단계 아래에 있는 것이다.

표 1. 하천 수질 환경 기준

등급		상태 (캐릭터)	기 준							
			수소이온 농도 (pH)	생물 화학적 산소 요구량 (BOD) (mg/L)	*화학적 산소 요구량 (COD) (mg/L)	부유 물질량 (mg/L)	용존 산소량 (mg/L)	*총인 (T-P) (mg/L)	대장균군 (군수/100mL)	
									총 대장균 군	분원성 대장균 군
매우 좋음	Ia		6.5~8.5	1 이하	2 이하	25 이하	7.5 이상	0.02 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib		6.5~8.5	2 이하	4 이하	25 이하	5.0 이상	0.04 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II		6.5~8.5	3 이하	5 이하	25 이하	5.0 이상	0.1 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III		6.5~8.5	5 이하	7 이하	25 이하	5.0 이상	0.2 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV		6.0~8.5	8 이하	9 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하	-	-
나쁨	V		6.0~8.5	10 이하	11 이하	쓰레기등이 떠있지 아니할것	2.0 이상	0.5 이하	-	-
매우 나쁨	VI		-	10 초과	11 초과	-	2.0 미만	0.5 초과	-	-









표 2. 2020년 6월 지점별 수영강 수계의 수질조사 결과(부산보건환경연구원)

지점명 (채수지점)		등급 (BOD기준)	pH	용존산소 (DO)	생물화학적 산소요구량 (BOD)	화학적산소 요구량 (COD)	부유 물질 (SS)	총유기 탄소 (TOC)	총질소 (T-N)	총인 (T-P)	클로로필 a		
수영강	수영강6 (임기교)	I b 좋음	8.3	8.3	1.8	4.1	3.9	2.5	1.337	0.224	6.0		
	회동댐상류 (신천교)	I b 좋음	9.2	10.1	1.6	4.8	3.2	2.7	0.895	0.074	4.3		
	수영강8 (회동교)	IV 약간나쁨	8.4	9.2	6.6	8.0	10.7	2.3	1.114	0.113	54.7		
	수영강3 (동천교)	VI 매우나쁨	7.7	7.3	11.7	10.6	10.8	7.2	47.680	0.527	19.8		
	수영강4 (원동교)	VI 매우나쁨	7.8	15.0	26.7	24.1	33.3	9.5	10.412	0.904	476.0		
수영강 지류	온천천	온천천1 (청룡2호교)	I a 매우좋음	6.8	9.0	0.5	1.9	4.3	1.4	1.947	0.000	1.7	
		수영강1 (태광산업)	I b 좋음	6.9	7.8	1.5	4.8	4.3	3.4	2.429	0.106	6.0	
		온천천2 (온천교)	I b 좋음	6.9	7.8	1.4	5.5	7.4	3.1	2.847	0.145	5.2	
		온천천3 (세병교)	I b 좋음	7.2	7.4	1.4	4.1	5.3	2.6	3.963	0.101	1.4	
		수영강2 (역안교)	IV 약간나쁨	7.1	8.2	5.3	7.1	10.3	4.1	3.421	0.254	68.0	
	철마천	철마천2 (보림교)	I b 좋음	8.1	7.5	1.3	4.0	7.8	2.9	1.095	0.111	3.7	
		철마천3 (장전2교)	I b 좋음	8.5	8.7	1.2	3.9	3.9	2.5	0.569	0.042	4.8	
		석대천	석대천1 (새박송교)	II 약간좋음	8.4	8.8	2.2	7.8	3.5	4.7	11.121	0.385	5.0
			석대천 (박산2호교)	II 약간좋음	8.2	10.9	2.9	10.7	4.2	8.5	23.655	0.291	6.3
			송정천(금) (S&T모터)	II 약간좋음	9.3	9.3	2.6	5.8	6.2	2.9	2.037	0.191	9.7

우수기에 온천천은 상류에서 하류로 갈수록 수온이 완만하게 상승하는 경향이 있으며 용존 산소량(DO) 또한 상류에서 하류로 갈수록 감소하는 경향이 있다. 따라서 본 연구의 수질조사 지점인 연산교 정점의 주변(평균 4.55mg/L)와 부산 온천천의 하계 우수기 수질 및 퇴적물 환경 특성을 발표(Journal of Environmental Science International 29(6), 659-672, June 2020) 보고에 따른 표 4와 같이 연안교의 이섭교 정점(평균 6.1~6.5mg/L), 원동교 정점(평균 4.9~6.2mg/L)에서보다 다소 낮은 농도를 나타내었다. 이는 본 연구의 조사지점인 연산교 정점 주변이 비점오염물과 그 외의 오염물들이 상당히 많이 유입되는 곳이라서 DO가 낮아지는 것이라고 볼 수 있다.



표 3. 2020년 6월 온천천 연산교 지점에서 DO 측정값(수심은 표층)

측정일자	날씨	시간	온도(°C)	DO(mg/L)	측정사진
6/3	맑음	12:35	20.00	7.00	
6/8	맑음	12:37	20.00	7.00	
6/15	맑음	14:42	21.90	3.00	
6/19	비 갠	10:02	22.00	1.70	
6/22	맑음	10:44	21.60	4.30	
6/23	맑음	10:42	23.30	4.60	
6/25	비	10:04	21.60	1.70	
6/30	맑음	12:32	19.90	7.10	
용존산소량(DO)평균				4.55	

## 5-2. 수질 분포 특성

온천천을 이용하는 시민들의 설문조사를 통해 다양한 의견과 바램을 접할 수 있었던 바, 그 중에서 가장 문제점으로 많이 지적된 사항이 수질오염으로 인한 악취 문제라고 할 수 있다. 따라서 어떤 방식으로든 수질오염에 대해서 시민들이 바라보는 온천천의 현 문제점을 해결하기 위해서는 다각적인 접근 방법이 필요하다. 온천천의 수질개선을 위한 기술적 접근은 그 방식에 따라 차이가 있을 뿐 모든 것이 필수불가결한 조건이라 할 수는 없을 것이다. 수질개선 방식에는 다양한 기술적 접근이 있는데 최근에 설립된 온천천의 비점오염저감시설과 같이 필터링을 통한 방식, 분수 등과 결합한 산소투입 방식, 필터결합형 자외선(UV) 살균 시스템 방식, 필터결합형 플라즈마 방식 등이 있다. 이 중 (주)해피앤나이스가 온천천의 안락교에서 부지점용을 득하여 현재 실험 중인 필터결합형 플라즈마 시스템을 활용하여 정기적으로 원수 및 시료수를 채취해서 부산보건환경연구원에 수질오염공정시험을 의뢰하여 시험성적서를 통한 개선도를 비교 분석해서 보여주는 방법도 있다. 따라서 연안교 정점을 중심으로 수질저와시스템을 활용하였을 경우에 그림5, 그림6, 그림7의 시험성적서를 표 5, 표 6, 표 7과 같은 결과를 확인할 수가 있다. 생물학적 산소요구량(BOD)는 평균 80.1% 개선 효과가 있었고 화학적 산소요구량(COD)는 평균 50.7% 개선되었다. 또한 부유물질(SS)는 평균 86.5% 개선되었고 총대장균군의 경우에는 평균 99% 이상이 개선되었다. 반면 필터결합형 자외선살균 시스템에서는 부유물질과 총대장균군의 항목을 제외하고 나머지 항목에서는 오히려 마이너스(-) 효과가 나타났다. 그래서 적합하고 효율적인 정화 시스템을 온천천 중·하류에 배치할 경우 충분히 수질 개선의 여지가 있다고 판단된다. 수질개선이 이루어지면 자연적으로 생태하천으로서의 원래 기능이 회복될 것이고 악취가 줄어들면 온천천을 이용하는 시민들의 만족도도 증가하게 될 것이다.

표 4. 온천천의 하계 우수기 수질

Parameter	연안교의 이접교 평균	연안교의 이접교 정점	원동교 평균	원동교 정점
수온(°C)	32.1~34.21	32.3±2.1	28.7~31.4	29.9±1.4
DO(mg/L)	6.1~6.5	6.3±0.2	4.9~6.2	5.5±0.7
BOD(mg/L)	1~3.1	2.0±1.1	1.2~1.7	1.4±0.3
COD(mg/L)	3.5~9.6	5.9±3.3	9.9~26.6	16.2±9.1
SS(mg/L)	3.8~8.8	5.7±2.7	10.0~20.0	15.8±5.2

표 5. 1차 시험성적서 결과(연산교 지점)

항목	생물학적 산소요구량 (BOD)	화학적 산소요구량 (COD)	부유물 (SS)	총대장균군 (균수/100mL)
시료1 개선도 (필터&플라즈마)	78.3%	65.2%	96.2%	100%
시료2 개선도 (필터&플라즈마)	76.3%	60.2%	97.0%	100%

표 6. 2차 시험성적서 결과(연산교 지점)

항목	생물학적 산소요구량 (BOD)	화학적 산소요구량 (COD)	부유물 (SS)	총대장균군 (균수/100mL)
시료1 개선도 (필터&플라즈마)	65.2%	9.4%	40.7%	99.9%
시료2 개선도 (필터&UV)	-2.6%	-18.8%	27.4%	99.0%

※ 해당 시험은 시료1의 “필터결합형 플라즈마 시스템”과의 기술 비교를 목적으로 시료2의 경우 “필터결합형 UV(자외선 살균) 시스템”을 사용하였다.

표 7. 3차 시험성적서 결과(연산교 지점)

항목	생물학적 산소요구량 (BOD)	화학적 산소요구량 (COD)	부유물 (SS)	총대장균군 (균수/100mL)
시료1 개선도 (필터&플라즈마)	86.9%	56.8%	99.2%	100%
시료2 개선도 (필터&플라즈마)	94.0%	62.1%	99.4%	100%



## 부산광역시보건환경연구원

수신 습취는동천 서성용 귀하 (우47038 부산광역시 사상구 엄궁북로 62, 260동 2601호 (엄궁동, 엄궁롯데캐슬리버))

(경유)

제목 시험성적서 발급(민원954)

귀하께서 우리원에 시험 의뢰하신 시료에 대한 시험성적서를 다음과 같이 발급합니다.

### 1. 검체내용

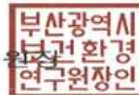
의뢰자 (주소)	습취는 동천 서성용 (부산광역시 사상구 엄궁북로 62, 260동 2601호)	접수번호	민원 954
시험항목	BOD 등 4개 항목	시료접수	2020. 7. 30.
시험방법	수질오염공정시험기준	채취장소	은천천 연산교 하부

### 2. 시험결과

시료명	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균군수/100mL)
하천수 원수	15.2	14.1	257.3	17,000,000
하천수 시료수1	3.3	4.9	9.7	불검출
하천수 시료수2	3.6	5.6	7.6	불검출

끝.

부산광역시보건환경연구원장인



주무관 김주인 물환경생태팀 전결 2020. 8. 6.  
장 송복주  
협조자  
시행 물환경생태팀-1044 (2020. 8. 6.) 접수  
우 46616 부산광역시 북구 함박봉로140번길 120(만덕동) / <http://ihe.busan.go.kr>  
전화번호 051-309-2917 팩스번호 051-309-2969 / [cikim@korea.kr](mailto:cikim@korea.kr) / 비공개(6)  
시민이 주인공 시장 참여 도시

- 일 -

그림 5. 7월 시험성적서(연산교 지점)

본 연구조사의 표 5, 표 6, 표 7과 달리 표 2와 표 4에서의 생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 부유물질(SS)은 우수기에 하류로 가면서 높아지는 것으로 보여주고 있다. 따라서 수질정화시스템에 의한 본 연구 조사에 따르면 BOD가 매우 좋음의 등급에 해당하며 COD는 약간 좋음의 등급으로 SS는 매우 좋음 등급으로 보였다. 이것을 보면 수질이 개선되고 있다는 것을 알 수가 있다.



## 부산광역시보건환경연구원

수신 숨쉬는동천 서성용 귀하 (우47038 부산광역시 사상구 엄궁북로 62, 260동 2601호 (엄궁동, 엄궁롯데캐슬리버))

(경유)

제목 시험성적서 발급(민원1102)

귀하께서 우리원에 시험 의뢰하신 시료에 대한 시험성적서를 다음과 같이 발급합니다.

### 1. 검체내용

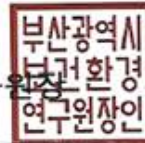
의뢰자 (주 소)	숨쉬는 동천 (부산광역시 사상구 엄궁북로 62, 260동 2601호)			접수번호	민원 1102
시험항목	BOD 등 4개 항목	시료접수	2020. 8. 27.	시험목적	참고용
시험방법	수질오염공정시험기준	채취장소	부산시 연제구 연산교 하부		

### 2. 시험결과

시료명 \ 시험항목	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균군수/100mL)
1. 원수 1	11.5	11.7	16.2	5,400,000
2. 시료수1	4.0	10.6	9.6	3,500
3. 시료수2	11.8	13.9	11.8	54,000

끝.

부산광역시보건환경연구원장



주무관 **곽진숙** **물환경생태팀** 전결 2020. 9. 10.  
장 **송복주**

협조자

시행 **물환경생태팀-1225** (2020. 9. 10.) 접수

우 46616 부산광역시 북구 함박동로140번길 120(만덕동) / <http://ihe.busan.go.kr>

전화번호 051-309-2914 팩스번호 051-309-2719 / [tnr302@korea.kr](mailto:tnr302@korea.kr) / 비공개(6)

시민이 주인인 시정 참여 도시

그림 6. 8월 시험성적서(연산교 지점)

2030부산월드엑스포 국가사업 확정! 지금부터 시작이다!



## 부산광역시보건환경연구원

수신 숨쉬는동천 서성용 귀하 (우47038 부산광역시 사상구 엄궁북로 62, 260동 2601호 (엄궁동, 엄궁롯데캐슬리버))

(경유)

제목 시험성적서 발급(민원1286)

귀하께서 우리원에 시험 의뢰하신 시료에 대한 시험성적서를 다음과 같이 발급합니다.

### 1. 검체내용

의뢰자 (주소)	숨쉬는 동천 (부산광역시 사상구 엄궁북로 62, 260동 2601호)		접수번호	민원 1286	
시험항목	BOD 등 4개 항목	시료접수	2020. 9. 28.	시험목적	참고용
시험방법	수질오염공정시험기준	채취장소	부산시 연제구 연산교		

### 2. 시험결과

시료명 \ 시험항목	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균군수/100mL)
1. 원수 1	6.7	9.5	230.8	1,100,000
2. 시료수1	0.9	4.1	1.9	불검출
3. 시료수2	0.4	3.6	1.3	불검출

끝.

부산광역시보건환경연구원장인



주무관 송희진 물환경생태팀 전담 2020. 10. 7.  
장 송복주

협조자

시행 물환경생태팀-1346 (2020. 10. 7.) 접수

우 46616 부산광역시 북구 함박로140번길 120(단덕동) / <http://ihe.busan.go.kr>

전화번호 051-309-2912 팩스번호 051-309-2969 / shj0853@korea.kr / 비공개(6)

시민이 주인인 시정 참여 도시

그림 7. 9월 시험성적서(연산교 지점)

## 제 6 절 온천천 수질개선을 위한 다양한 기술 제안

앞에서 설명했던 바와 같이 수질 정화 기술에는 다양한 방식들이 존재하고 하천의 생태적 특징이나 주변 환경 상황에 따라 어떤 시스템을 도입하느냐에 따라 효과나 결과가 다르게 나타난다. 일본 큐슈지방 정비국에서 후쿠오카현 원하천(遠賀川)에 설치한 하구 수질정화설비인 교반폭기수문을 비롯해서 숨쉬는 동천이 동천의 수질개선을 위해서 제의한 태양광 물순환 장치, 괴정천에서 연구조사했던 산소발생장치, 호계천에서 연구조사했던 미생물 정화장치 등의 기술들이 나름의 개선효과를 보였다. 공주시 제민천은 비가 내리지 않으면 물이 흐르지 않는 건천인데 지금은 깨끗한 물이 사시사철 흐르고 산책로가 조성되어 있다. 그 이유는 제민천 발원지에 10여 년에 걸쳐서 생태적 수질정화시설인 비오톱 조성사업을 시작하면서부터 그 효과를 보게 되었다. 생태습지를 조성하고 살균시스템을 활용한 유지용수를 공급함으로써 스스로 생태적 자정작용을 하도록 조성되었다. 또한 하수의 악취 차단시설을 도입하여 악취를 저감 개선시켰다. 이처럼 온천천의 경우에도 온천천의 환경과 상태에 맞는 수질정화 개선관리 시스템을 확립한다면 보다 나은 도시 생태하천으로 시민들의 더 많은 왕래와 사랑을 받게 될 것이다. 따라서 온천천의 수질개선을 위한 플라즈마 수질개선 정화시스템을 다음과 같은 기술방식들의 시스템 구성 및 구동방식, 그리고 적용사례를 살펴보고 각 시스템에 대한 장단점 등을 살펴보았다(표 8). 그리고 온천천의 수질개선을 위한 다양한 기술을 정량적으로 비교해서 나타낸 바와 같이 필터결합형 플라즈마 시스템이 부유물질 제거에 대한 효과를 비롯해서 4개 항목(BOD, COD, 총대장균군, SS)에서 탁월한 정화효과를 보이고 있다(표 9). 온천천의 중·하류 지역은 바다의 간조와 만조의 영향을 받아 하천의 흐름이 원활하지 않다. 이로 인해서 하천바닥에 퇴적물이 쌓이고 수온이 상승하면 악취 및 오염물질 그리고 스킴들이 매년 발생하며 이러한 현상들은 물고기의 폐사에도 직·간접적인 영향을 미친다. 더구나 온천천과 맞닿은 거제 배수펌프장은 강우량에 따라 배수펌프장 내의 지배수펌프 시설에 간헐 있는 스킴·비점오염물·오폐수 등이 온천천으로 유입되어 오히려 수질 악화에 영향을 주기도 한다. 이러한 수질환경 문제에 살균·정화 효율성이 가장 높게 나온 필터결합형 플라즈마 시스템을 온천천 중·하류 구간인 세병교 정점에서부터 안락교 정점까지 약 2.6km 구간에 걸쳐서 유속을 측정하여 스케일업(scale up)해서 그림 8과 같이 시뮬레이션 적용해 보았다. 필터결합형 UV시스템은 부유물질 제거와 함께 살균력에 효과가 있음을 보여준다. 산소투입시스템의 경우에는 타기술에 비해 효과가 미미하다. 그리고 필터결합형 플라즈마시스템의 경우에는 COD를 제외한 모든 항목에서 우수한 효과가 있었다. 따라서 필터결합형 플라즈마 시스템을 시뮬레이션 모델로 선택한 이유는 정량적 비교 분석에서 우위성이 인정되고 비용적 측면에서 타 기술 대비 25~30% 이상 비용절감이 이루어지기 때문이다. 그리고 펌프 용량 기준 CO<sub>2</sub> 배출량에서도 높은 우위를 점하는 것은 물론, 현재 온천천에 직접적인 적용 경험이 있다는 점을 들어 해당 시스템을 시뮬레이션 기준으로 적용하였다.

## ■ 필터링 시스템

- 다양한 필터를 활용하여 부유물질을 제거함.
- Free Filter : 큰 이물질을 걸러주는 역할을 함.



Carbon Filter : 악취 제거를 주목적으로 함.



Precise Filter : 촘촘한 필터로 작은 이물질을 제거함.

- 단계별 필터링을 통해 부유 물질 제거가 용이함.
- 비점오염저감시설에 적용되거나 상수도에 적용됨.



## ■ 필터결합형 UV 시스템

- 자외선의 파장을 이용하여 살균정화 하는 원리
- 필터와 결합하여 부유물질을 단계적으로 제거함.
- Free Filter : 큰 이물질을 제거함



UV 살균기 : 박테리아 및 오염물질을 살균정화함



Precise Filter : 작은 이물질을 최종 걸러냄.

- 수질에 따라 저압램프 또는 중압램프를 적용함
- 저압램프의 파장은 253.7nm로 단일 파장 방출
- 중압램프의 파장은 265nm로 광범위한 파장대 방출
- 공주시 제민천의 유지용수 공급 장치에 적용됨.





## ■ 산소투입 시스템

- 압축 공기를 이용하여 산소를 생산하여 공급.
- PSA 방식과 IRS 방식으로 질소와 산소를 분리
- PSA 공정이란 대기중의 공기를 제올라이트라는 흡착제를 이용해 질소와 산소를 분리하는 공정기술
- PSA 방식은 일반대기에서 산소를 물리적으로 추출한다는 점과 24시간 연속해서 산소를 공급할 수 있다는 점에서 기존의 충전식공급 방식과 대별됨.
- IRS는 PSA 공정중 세정단계를 최적화한 기술임.
- IRS 방식은 산소분리 과정에서 질소 세정과 산소저장을 독립적으로 행하게 되는데 이는 기존의 압력순환흡착 공정을 획기적으로 개선한 것으로 높은 효율 대비 구조가 간단하고 부피가 작은 장점이 있음.
- 괴정천에서 본 기술 활용 수질개선시도가 있었음.



## ■ 필터결합형 플라즈마 시스템

- 양극과 음극의 전극판을 이용하여 살균정화 함.
- 필터와 결합하여 부유물질을 단계적으로 제거함.
- 1차 필터 : 큰 이물질을 제거함
  - ↓
- 2차 필터 : 작은 이물질을 제거함
  - ↓
- 플라즈마 살균기 : 박테리아 및 오염물질 살균정화
  - ↓
- 3차 필터 : 활성탄을 이용해 악취와 이물질 제거
- 양극과 음극의 교반운동을 통해 플라즈마의 살균력을 지속시키고, 부식을 최대한 지연시킴.
- 수차례 온천천 스크 제거 작업-관급공사 진행
- 거제배수 펌프장 악취 및 오염물 제거 작업
- 사직천 오염물질 제거-관급공사 진행
- 온천천 안락교하부 부지점용 득하여 현재 가동 중



표 8. 온천천 수질개선을 위한 플라즈마 수질개선 정화시스템의 장단점

기술 방식	장 점	단 점
필터링 시스템	2차 수질환경오염이 없음 탁도 개선에 효율적임	대형설비가 요구됨 박테리아 살균력이 없음
산소투입 설비	2차 수질환경오염이 없음 설치비가 저렴함 DO개선 효과가 있음	개선효과가 미미함 DO개선에 한정적임 박테리아 살균력이 없음
필터결합형 UV시스템	2차 수질환경오염이 없음 박테리아 살균력이 있음	고(高)탁도에서 살균력이 저하됨 램프 등 파손율이 높음 고가의 설비비가 소요됨
필터결합형 플라즈마시스템	2차 수질환경오염이 있음 박테리아 살균력이 탁월함 경제성이 좋고 안정적임	제품에 따라 가격범위가 다양함

표 9. 온천천 수질개선을 위한 다양한 기술 장치의 정량적 비교

1. 검체내용

의뢰자 (주 소)	㈜해피앤나이스 (부산시 해운대구 센텀동로99 1204, 벅스e센텀클래스원)			접수번호	민원 1156
시험항목	BOD 등 4개 항목	시료접수	2020. 9. 10.	시험목적	참고용
시험방법	수질오염공정시험기준	채취장소	연제구 산하 온천천 연산소		

2. 시험결과

시료명 \ 시험항목	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균군수/100mL)
1. 원수	17.3	17.0	439.3	350000
2. 시료1 필터링	6.4	9.9	1.6	170000
3. 시료2 UV	7.9	4.7	0.9	22000
4. 시료3 산소	6.3	7.9	172.5	240000
5. 시료4 RO				
6. 시료5 플라즈마	1.1	7.4	0.9	8

끝.

※ 부산보건환경연구원의 수질오염공정시험 기준으로 받은 시험성적서임.

※ 시료4의 항목인 RO의 경우 하천수 정화에 적합하지 않아 데이터를 삭제함.

아래의 조건들을 기준으로 해당 구간의 유체량 및 정화 처리량을 계산하면 다음과 같다.

- \* 온천천의 세병교에서부터 안락교까지의 거리 : 약 2.6Km
- \* 강폭 : 평균이 30m
- \* 깊이 : 평균 0.75m,
- \* 자체 유속 측정 : 1시간당 138m(8시간 기준 부표이동거리 약1.1km)
- \* 기타 조건 : 일일 2회 간조와 만조
- \* 정수 처리량 : 일일 500톤/h 정화 설비 배치
- \* 해당 구간 유체량 : 3,105톤/h (= 30 X 0.75 X 138)
- \* 8시간 기준 유체량 대비 500톤/h 정화 효율 : 16.1% (3,105 : 500 = 100 : X)

오염하천수의 직접 정화 효율이 16.1%이므로, 정화수가 오염수와 희석되는 것을 감안하면 수질개선 효과는 32.2%의 효율이 있을 것으로 기대된다. 따라서 지속적인 가동을 통해 온천천 수질을 개선한다면 상시적인 비점오염원을 저감시키고 용존산소량과 생물학적 산소요구량을 매일 개선함에 따른 악취 저감 및 물고기 폐사를 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

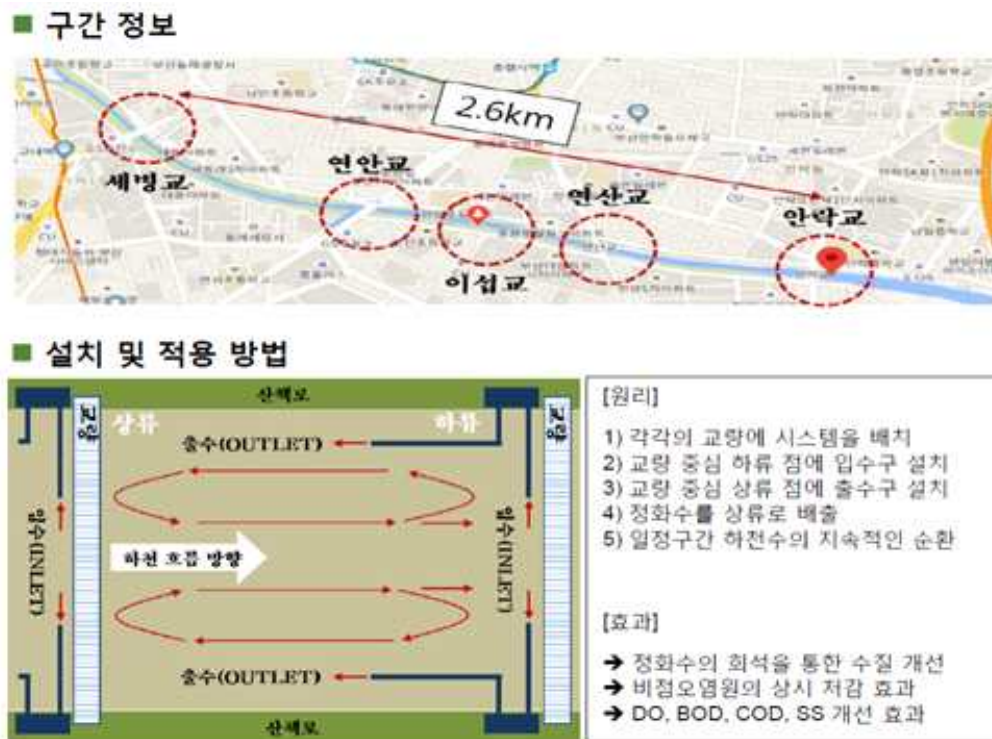


그림 8. 스케일업(scale up)하기 위한 구간정보와 설치 및 적용방법

### 제 3 장 결 론

본 연구에서는 시민들의 설문조사를 통해 시민들이 온천천에 요구하는 사항을 정확히 파악하고, 직접적인 수질조사를 통해 시민들이 체감하는 온천천의 수질 정도를 파악하고자 하였다. 이와 더불어 수질정화시스템에 의한 수질오염도 및 개선도에 관한 데이터를 비교 분석함으로써 원수기준 지표대비 성과지표에 대한 도달·개선 여부를 비교하였다. 온천천 연산교 정점의 주변에서 채취하여 의뢰한 부산보건환경연구원의 수질오염공정시험 기준 결과 원수 대비 시료수의 개선도는 평균적으로 BOD의 경우 70% 이상, COD는 60% 이상, 부유물질은 90% 이상, 그리고 총대장균군의 경우 99% 이상의 개선 효과를 보였다. 온천천의 환경에 맞추어 기술적 접근 방식을 효율적으로 선택하고 활용한다며 전술한 바와 같이 온천천의 수질은 개선의 여지가 있을 것이다. 온천천은 부산의 대표적인 도시 생태하천 중의 하나이고 부산시에서도 동천 다음으로 예산이 많이 투입되는 주요한 하천이기도 하다. 하지만 매년 반복되는 스킴의 발생과 물고기 폐사와 함께 늘 고질적인 악취문제 등은 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있다. 최근 230억원의 예산을 투입해 건설한 비점오염저감시설은 사직천이 합류하는 상류에 설치 완공하였다. 그러나 스킴이 상습적으로 발생하는 중·하류쪽의 세병교~안락교 부근에 대한 고찰은 부산시에서 발표하는 DO를 기준으로 보더라도 본 연구에서 직접 수집한 데이터보다 285mg/L 좋게 발표되었다. 부산시의 평균 DO 측정결과는 7.40mg/L로 “ 좋음”에 해당하는 등급이 나왔다. “매우 좋음” 등급은 7.5mg/L이므로 해당 등급은 거의 “매우 좋음”에 근접한 상태인 반면 본 연구조사에서 직접 수집한 DO의 측정결과에 평균은 4.55mg/L로 “약간 나쁨”에 속하는 등급으로 측정되었다. 이것은 여전히 온천천의 중·하류에 대한 정확한 수질 분석이 이루어지지 않고 있다고 언급할 수 있다. 여전히 부실한 수질 상태이므로 수질개선시스템 등과 같은 새로운 기술적 접근 및 도입을 통한 수질개선이 필요하다고 사료된다. 따라서 숨쉬는 동천에서는 능동적인 참여로 보다 적극적인 해결 방법과 방안들을 모색할 수 있다고 생각되는 새로운 자료와 데이터를 도출하였다고 자부한다. 미래에 쾌적한 온천천이 되기 위해서 민·관이 함께 만들어 나가는 대표적인 하천이자 도시 생태 하천의 대표 브랜드로 자리매김 할 수 있는 가능성을 확인한 분석 연구였다고 사료된다. 본 분석 연구가 온천천에 대한 시민들의 막연한 불안감을 해소시켜주고 온천천의 수질개선을 위한 자료 확보에 새로운 제공의 기여가 되었으면 한다.

## 참고자료

1. 부산 온천천의 하계 우수기 수질 및 퇴적물 환경 특성, 이영형 외 4, Journal of Environmetal Science International 29(6), 659-672, June 2020.
2. 수영강, 온천천 비점오염 개선을 위한 지역 거버넌스 워크숍, 2020.
3. 온천천 적조 조사 결과, 보건환경연구원보 제29권, 2020.
4. 하천보전을 위한 올바른 하천계획과 생태하천사업의 방향, 풀뿌리 하천활동가 역량강화 포럼, 2020 생명의 강 1차 포럼.
5. 부산시 도심오염 상류하천(호계천)의 친환경적 악취제어 및 수질정화 방안 연구, 부산녹색환경지원센터, 2015.
6. 부산 River 2030 하천 정비 중장기 종합계획 수립, 푸른빛으로 그려내는 Harmony 부산하천.
7. 온천천 및 수영강의 하천 수질자동측정시스템 구축, 정경원 외 6, 한국환경과학회 2014년 정기학술대회 발표논문집(제23권).
8. 수영강,온천천변 비점오염 저감시설 설치 타당성 조사, 강두기, 부산녹색환경지원센터, 2013년도 최종보고서.

# 별첨

2020년 11월 18일 발표자료

숨쉬는 둥천

수질정화시스템을 활용한 온천천 수질개선 분석 연구

## 제 1 장 서론



숨쉬는 둥천

수질정화시스템을 활용한 온천천 수질개선 분석 연구

## 제 2 장 본론

### (1) 온천천 악취에 대한 설문 조사

#### [설문 조사 대상]

온천천 유역을 중심으로 살고 있으면서 온천천 연안교와 연산교까지 방문이 잦은 주로 50대 중년 (남 13명, 여 16명)

#### [설문 조사 결과]

1. 온천천을 자주 방문하고는 있지만 하천에 대한 인식 정도는 **매우 부정적인** 것으로 나타났다.
2. 온천천의 악취에 대해서 **하천정비의 필요성을 매우 크게 느끼고**는 있지만 직접적인 관여(민원)은 매우 싫어했다.
3. **악취개선(또는 저감)에 대한 열망이 매우 높았다.** 따라서 온천천을 시민들이 원하는 맑고 깨끗한 수질 확보와 악취저감을 위해서는 지속적인 하천정비와 체계적인 수질개선 방법의 구축에 있어서 기존의 방법들에 비해 보다 우수한 것이 내용이 필요함을 알았다.



## (2) 수질 항목 분석

표 1. [수영장 수계] 2020년 6월 지점별 수질조사 결과

지점명 (채수지점)	등급 (BOD기준)	pH	용존산소 (DO)	생물학적 산소요구량 (BOD)	화학적 산소요구량 (COD)	총유기 물질 (SS)	총유기 탄소 (TOC)	총질소 (T-N)	총인 (T-P)	클로로필 a
수영장6 (일기교)	Ib 좋음	8.3	8.3	1.8	4.1	3.9	2.5	1.337	0.224	6.0
화동열상류 (신천교)	Ib 좋음	9.2	10.1	1.6	4.8	3.2	2.7	0.895	0.074	4.3
수영장8 (화동교)	IV 악기나쁨	8.4	9.2	6.6	8.0	10.7	2.3	1.114	0.113	54.7
수영장3 (동천교)	VI 매우나쁨	7.7	7.3	11.7	10.6	10.8	7.2	47.680	0.527	19.8
수영장4 (왕동교)	VI 매우나쁨	7.8	15.0	26.7	24.1	33.3	9.5	10.412	0.904	476.0
온천천1 (화동2교교)	a 매우좋음	6.8	9.0	0.5	1.9	4.3	1.4	1.947	0.000	1.7
온천천2 (태관산입)	Ib 좋음	6.9	7.8	1.5	4.8	4.3	3.4	2.429	0.106	6.0
온천천3 (세명교)	Ib 좋음	7.4	7.4	1.4	4.1	5.3	2.6	3.963	0.101	1.4
수영장2 (대교교)	IV 악기나쁨	7.1	8.2	5.3	7.1	10.3	4.1	3.421	0.254	68.0
철마천2 (부림교)	Ib 좋음	8.1	7.5	1.1	4.0	7.8	2.9	1.095	0.111	3.7
철마천3 (장산2교)	Ib 좋음	8.5	8.7	1.2	3.5	3.9	2.5	0.569	0.042	4.8
석대천1 (석대2교)	II 약간좋음	8.4	8.8	2.2	7.8	3.5	4.7	11.121	0.385	5.0
석대천2 (부림2교교)	II 약간좋음	8.2	10.9	2.9	10.7	4.2	8.5	2.655	0.291	6.3
송정천(공)	II 약간좋음	9.3	9.3	2.6	5.8	6.2	2.9	2.037	0.401	9.7

표 3. 2020년 6월 온천천 연산교 지점에서 DO 측정값(수심은 표층)

측정일자	날씨	시간	온도(℃)	DO(mg/L)	측정사진
6/3	맑음	12:35	20.00	7.00	
6/8	맑음	12:37	20.00	7.00	
6/15	맑음	14:42	21.90	3.00	
6/19	비	10:02	22.00	1.70	
6/22	맑음	10:44	21.60	4.30	
6/23	맑음	10:42	23.30	4.80	
6/25	비	10:04	21.60	1.70	
6/30	맑음	12:32	19.90	7.10	
용존산소량(DO)평균				4.55	

- ▶ 세명교 7.4mg/L(좋음), 연안교 8.2mg/L(매우 좋음)
- ▶ 연산교 4.55mg/L(약간 나쁨)
- ▶ 세명교 ~ 연산교 거리 차이 : 1.7km
- ▶ 연안교 ~ 연산교 거리 차이 : 0.7km

## (3) 수질분포 특성 - 시스템을 활용한 수질 개선도 비교

▶ 원수와 시료수의 수질 비교 - 부산보건환경연구원(수질오염공정시험 기준) ◀

2020부산광역시도수 국가수질 기준 지점별 수질조사 결과

**부산광역시보건환경연구원**

수신: 숨쉬는동천 시정촌 권역 (부47038 부산광역시 사상구 일곡면로 62, 260동 2601호 (연경동, 연경대개솔리버))

제목: 시험결과서 발급(연월954)

귀하께서 우리원에 시험 의뢰하신 시료에 대한 시험결과서를 다음과 같이 발급합니다.

1. 검체내용

검체명	수위는 동천 (부산광역시 사상구 일곡면로 62, 260동 2601호)	검수번호	연월 954
시험항목	BOD 및 4차 항목	시험일자	2020. 7. 30
시험방법	수질오염공정시험기준	시험장소	부산시 연경동 연산교 지점

2. 시험결과

시험항목	생물학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균/100mL)
원수	15.0	14.1	287.3	17,000,000
원수 시료수1	3.3	4.9	9.7	불검출
원수 시료수2	3.6	5.6	7.6	불검출

부산광역시보건환경연구원

주무관: 김민준, 부산광역시 보건환경연구원 2020. 8. 6. 인

주소: 부산광역시 북구 한양로143길 120(한양동) / http://www.busan.go.kr

전화번호: 051-339-2317, 팩스번호: 051-339-2309, e-mail: busan@busan.go.kr

<1차 시험성적서>

2020부산광역시도수 국가수질 기준 지점별 수질조사 결과

**부산광역시보건환경연구원**

수신: 숨쉬는동천 시정촌 권역 (부47038 부산광역시 사상구 일곡면로 62, 260동 2601호 (연경동, 연경대개솔리버))

제목: 시험결과서 발급(연월1102)

귀하께서 우리원에 시험 의뢰하신 시료에 대한 시험결과서를 다음과 같이 발급합니다.

1. 검체내용

검체명	수위는 동천 (부산광역시 사상구 일곡면로 62, 260동 2601호)	검수번호	연월 1102
시험항목	BOD 및 4차 항목	시험일자	2020. 8. 27
시험방법	수질오염공정시험기준	시험장소	부산시 연경동 연산교 지점

2. 시험결과

시험항목	생물학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균/100mL)
원수	11.5	11.7	18.2	5,400,000
1. 원수 1	4.8	10.8	9.6	3,500
3. 시료수2	11.8	13.9	11.8	54,000

부산광역시보건환경연구원

주무관: 김민준, 부산광역시 보건환경연구원 2020. 9. 10. 인

주소: 부산광역시 북구 한양로143길 120(한양동) / http://www.busan.go.kr

전화번호: 051-339-2317, 팩스번호: 051-339-2309, e-mail: busan@busan.go.kr

<2차 시험성적서>

2020부산광역시도수 국가수질 기준 지점별 수질조사 결과

**부산광역시보건환경연구원**

수신: 숨쉬는동천 시정촌 권역 (부47038 부산광역시 사상구 일곡면로 62, 260동 2601호 (연경동, 연경대개솔리버))

제목: 시험결과서 발급(연월1206)

귀하께서 우리원에 시험 의뢰하신 시료에 대한 시험결과서를 다음과 같이 발급합니다.

1. 검체내용

검체명	수위는 동천 (부산광역시 사상구 일곡면로 62, 260동 2601호)	검수번호	연월 1206
시험항목	BOD 및 4차 항목	시험일자	2020. 9. 28
시험방법	수질오염공정시험기준	시험장소	부산시 연경동 연산교

2. 시험결과

시험항목	생물학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	화학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균/100mL)
원수	15.0	14.1	287.3	17,000,000
1. 원수 1	8.7	9.5	230.8	1,100,000
2. 시료수1	0.9	4.1	1.8	불검출
3. 시료수2	0.4	3.6	1.3	불검출

부산광역시보건환경연구원

주무관: 김민준, 부산광역시 보건환경연구원 2020. 10. 7. 인

주소: 부산광역시 북구 한양로143길 120(한양동) / http://www.busan.go.kr

전화번호: 051-339-2317, 팩스번호: 051-339-2309, e-mail: busan@busan.go.kr

<3차 시험성적서>

• 생물학적 산소요구량  
: 평균 80.1% 개선

• 화학적 산소요구량  
: 평균 50.7% 개선

• 부유물질  
: 평균 86.5% 개선

• 총대장균군  
: 평균 99% 이상 개선

<1차 시험성적서>				
항목	생물학적 산소요구량 (BOD)	화학적 산소요구량 (COD)	부유물 (SS)	총대장균군 (균수/100mL)
시료1 개선도 (필터&플라즈마)	78.3%	65.2%	96.2%	100%
시료2 개선도 (필터&플라즈마)	76.3%	60.2%	97.0%	100%
<2차 시험성적서>				
항목	생물학적 산소요구량 (BOD)	화학적 산소요구량 (COD)	부유물 (SS)	총대장균군 (균수/100mL)
시료1 개선도 (필터&플라즈마)	65.2%	9.4%	40.7%	99.9%
시료2 개선도 (필터&UV)	-2.6%	-18.8%	27.4%	99.0%
<3차 시험성적서>				
항목	생물학적 산소요구량 (BOD)	화학적 산소요구량 (COD)	부유물 (SS)	총대장균군 (균수/100mL)
시료1 개선도 (필터&플라즈마)	86.9%	56.8%	99.2%	100%
시료2 개선도 (필터&플라즈마)	94.0%	62.1%	99.4%	100%

해당 시험은 시료1의 “필터 결합형 플라즈마 시스템”과 의 기술 비교를 목적으로 시료2의 경우 “필터 결합형 UV(자외선 살균) 시스템”을 사용하였다.

#### (4) 온천천 수질개선을 위한 다양한 기술 제안

■ 필터링 시스템



■ 산소 투입 시스템



■ 필터결합형 UV 시스템



■ 필터결합형 플라즈마 시스템

기술 방식	장 점	단 점
필터링 시스템	2차 수질환경오염이 없음 탁도 개선에 효율적임	대형설비가 요구되고, 박테리아 살균력이 없음 설치 부지가 요구됨 / 큰 비용이 요구됨
산소투입 설비	2차 수질환경오염이 없음 DO개선 효과가 있음	개선효과가 미미하고, DO개선에 한정적임 박테리아 살균력이 없고, 설치 부지가 요구됨
필터결합형 UV시스템	2차 수질환경오염이 없음 박테리아 살균력이 있음	고(高)탁도에서 살균력이 저하되고, 설비비가 고가임 램프 파손율이 높고, 인체에 장기간 노출 시 손상위험
필터결합형 플라즈마시스템	2차 수질환경오염 없고, 박테리아 살균력이 탁월하며, 경제성이 좋고 안정적인	제품에 따라 가격범위가 다양함



## (5) 다양한 기술들의 정량적 비교

1. 검체내용				
의뢰자 (주 소)	(주) 해피엔나이스 (부산시 해운대구 센텀동로99 1204, 부산해운대센텀클래스)			접수번호 민원 1156
시험항목	BOD 등 4개 항목	시료접수	2020. 9. 10.	시험목적
시험방법	수질오염공정시험기준	채취장소	연제구 산천 온천천 연상소	
2. 시험결과				
<div> <div>시험항목</div> <div>시료명</div> </div>	생물화학적 산소요구량 (BOD) (mg/L)	물학적 산소요구량 (COD) (mg/L)	부유물질 (SS) (mg/L)	총대장균군 (총대장균수/100ml)
1. 원수	17.3	17.0	439.3	350000
2. 시료1 필터링	6.4	9.9	1.6	170000
3. 시료2 UV	7.9	4.7	0.9	22000
4. 시료3 산소	6.3	7.9	172.5	240000
6. 시료5 플라즈마	1.1	7.4	0.9	8

끝.

▶ 부산보건환경연구원 의뢰 시험성적서 (수질오염공정시험기준)

## [분석 결과]

- 필터 시스템  
: 부유 물질 제거에 효과가 있었음
- 필터결합형 UV 시스템  
: 부유 물질 제거 및 살균력에 효과가 있었음
- 산소 투입 시스템  
: 타 기술에 비해 효과가 미미함
- 필터결합형 플라즈마 시스템  
: COD를 제외한 모든 항목에서 우수한 효과가 있었음

## (6) 필터결합형 플라즈마를 활용한 시뮬레이션

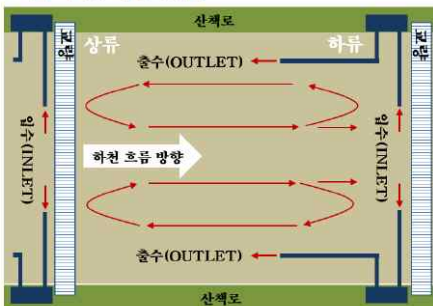
■ 해당 기술 선택 근거: 정량 분석에서 가장 효율성이 높았고, 온천천 스킴 및 사직천 오염수 정화 작업 투입 경험 있음.

## ■ 구간 정보



- 강폭: 평균 30미터
- 깊이: 평균 0.75미터
- 자체유속 측정: 1시간당 138미터  
(근거: 8시간 기준 부표이동거리 약 1.1km)
- 기타 조건: 일일 2회 간조와 만조
- 정수 처리량: 일일 500톤/h 기준

## ■ 설치 및 적용 방법



## [원리]

- 1) 각각의 교량에 시스템을 배치
- 2) 교량 중심 하류 점에 입수구 설치
- 3) 교량 중심 상류 점에 출수구 설치
- 4) 정화수를 상류로 배출
- 5) 일정구간 하천수의 지속적인 순환

## [효과]

- 정화수의 희석을 통한 수질 개선
- 비점오염원의 상시 저감 효과
- DO, BOD, COD, SS 개선 효과

## [시뮬레이션 예상 결과]

해당 구간 유체량: 3,105톤/h  
(근거: 30 x 0.75 x 138)

8시간 기준 유체량 대비 500톤/h 정화 효율: 16.1%  
(근거: 3,105 : 500 = 100 : X)

결과적으로, 오염하천수의 직접 정화 효율이 16.1% 이므로, 정화수가 오염수와 희석되는 것을 감안하면 수질개선 효과는 32.2%의 효율이 있을 것으로 기대.

### 제 3 장 결론

설문 조사를 통한 시민들의 바램  
▼  
수질 개선을 통한 악취 해소

온천천 중·하류 지역 수질 상태  
▼  
부산시와 본 연구에서의 DO 등  
측정 결과치 간의 차이가 존재

기술 적용을 통한 수질개선 실험  
▼  
BOD 70%, COD 60%, SS 90%  
총대장균군 99% 이상 개선 효과

온천천 중·하류 지역  
▼  
기술도입을 통한 수질 개선의  
가능성을 확인

온천천 중·하류 지역  
▼  
시민단체·부산시·기술보유기업  
상호 연계를 통한 적극적 참여

온천천 중·하류 지역  
▼  
과감한 기술적 접근 및 도입을  
통한 수질 개선 필요

감사합니다.

# 주 의

1. 이 보고서는 부산녹색환경지원센터에서 시행한 지역참여형 사업의 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 부산녹색환경지원센터에서 시행한 지역참여형 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.