

# 요 약 문

## I. 연구개요

하수도법 강화에 따라 개인하수처리시설의 방류수 기준항목이 추가되었으며 이에 따른 방류수 수질기준을 준수하기 위한 노력이 높아지고 있다. 또한 개인하수처리시설의 개수는 점차 증가하는 추세를 보이고 있으며 이에 따른 개인하수처리시설 내 문제점 또한 꾸준히 발생하고 있는 실정이다.

현재 개인하수처리시설에서 발생하는 가장 큰 문제점은 관리미흡에 따른 방류수 수질기준 초과이며 방류수 수질기준의 악화는 수질 및 수생태계를 악화시키고 하천 및 호소 내 부영양화를 유발시킬 수 있는 요인으로 작용하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 개인하수처리시설을 관리하는데 있어 방류수 수질기준을 준수하기 위해 현장분석이 필요하며, 대부분의 개인하수처리시설 관리업체의 경우 주 1~2회 또는 월 2~4회 정도 외부수질분석 대행업체에 수질분석을 의뢰하고 있다. 그러나 외부수질분석 대행업체에 의뢰할 경우 시험결과가 나오기까지 약 일주일 이상 시간이 소요되어 분석결과에 따른 현장조치가 거의 불가능한 실정이다. 또한 수질분석을 위한 분석장비는 대부분 고가이며, 휴대 및 운반이 어려워 현장에 가지고 다닐 수 없어 현실적으로 개인하수처리시설을 관리하기 어려운 것으로 알려져 있다.

## II. 연구의 목적 및 필요성

개인하수처리시설 내 방류수 수질기준을 준수하기 위한 방안으로써 현장분석이 필요한 실정이며, 개인하수처리시설을 관리하는 관리자의 경우 해당분야의 경험과 지식이 부족한 비전문가가 운영하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 사용되는 방법으로 비색법이 있으나, 육안으로 색깔변화를 확인해야 하는 어려움과 정확성이 매우 낮고 분석결과를 기록할 수 없어 보다 쉽고 간편한 수질분석시스템 도입이 필요한 실정이다. 2015년을 기준으로 국내 인구의 70%는 스마트폰을 사용중인 것으로 나타났으며 스마트폰 내 Application의 보급은 일상생활을 보다 윤택하고 풍요롭게 해주고 있다.

따라서 본 연구는 개인하수처리시설에서 발생하는 방류수의 법적수질기준 준수를 위하여 비색법을 이용한 수질분석 Kit를 개발하고자 하였으며, 컬러판독기를 이용하여 보다 쉽고 정확한 분석데이터의 확보와 스마트폰 Application과의 연동을 통해 분석데이터의 기록 및 저장이 가능한 통신 시스템의 현장 적용가능성을

평가하고자 하였다. 또한 개발된 수질분석 시스템을 개인하수처리시설에 적용하여 수질분석 데이터의 확보와 운영로직 구성에 따른 처리시설 운전을 통해 개인하수처리시설 내 적용성 평가와 이를 관리 할 수 있는 모니터링 시스템의 구축 가능성을 평가하고자 하였다.

### III. 연구의 내용 및 범위

- 비색법을 이용한 수질분석키트개발
  - Standard methods 및 수질오염 공정시험법을 응용한 분석방법의 간략화 및 비색정도에 따른 정확성 확보
  - 방류수 수질분석 기준 평가를 위한 총 질소(T-N), 총인 (T-P) 및 공정 운영 평가를 위한 알칼리도(Alkalinity)의 측정이 가능한 수질분석 키트 개발
  - 반복실험을 통한 분석의 재현성 확보
- 모바일 수질분석기기 개선 및 기능 업그레이드
  - 분석기기 내 회로 및 센서 추가설치를 통한 에러발생율 감소
  - 스마트폰 Application 기능 개선 및 서버구축에 따른 관리자용 모니터링 프로그램개발
- 현장적용성 평가
  - 연구지역 선정 및 모바일 App 연동에 따른 실시간 수질분석 데이터의 확보
  - 분석데이터에 따른 운전조치방법 조사 및 이에 따른 대응 로직 개발
  - 운전대응 로직에 따른 개인하수처리시설의 안정된 운영방안 제시
- 공인인증 기관 인증서 획득
  - 제품의 신뢰성 확보 및 완성도를 높이기 위한 공인인증 기관 인증서 획득 추진

### IV. 연구결과

- Standard methods 및 수질오염공정시험법을 이용한  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ , T-N,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ , T-P, Alkalinity의 수질분석 키트를 개발하였으며  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 경우 인도페놀법을 이용하였으며, 컬러센서를 이용한 RGB값 측정 결과 농도에 따른 적합한 컬러 원색은 Blue로 나타났다.  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 의 경우 브루신-카드뮴 환원법을 이용하여 분석키트를 개발하였으며, RGB값 측정 결과 적합한 컬러 원색은 Blue로 나타났다. T-N의 경우 알칼리성과황산과 브루신법을 이용하여 분석키트를 개발하였으며, 측정결과와 적합한 컬러 원색은 Green으로 나타났다. 또한  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 의 경우 몰리브덴산법을 이용하였으며 RGB값 측정결과

적합한 원색은 Red로 나타났다. T-P의 경우 황산, 질산 전처리에 의한 아스코르빈산 환원법을 이용하여 분석키트를 개발하였으며, 분석 항목에 따라 적합한 원색(Blue)데이터를 추출하여 수질분석 단말기에 입력하였으며 표준용액의 재현성 실험을 통해 정확성을 확보하였다.

- 기존 개발되어진 모바일 앱의 기능추가 및 서버구축을 통해 단말기와의 연동성과 데이터 전송에 따른 저장기능이 추가되었으며 추가된 기능은 다음과 같다. 또한 서버 내 전송되어진 수질분석데이터를 손쉽게 확인 할 수 있는 관리자용 프로그램을 개발하였다.
  - 로그인기능, 프로젝트생성, 측정목록·측정결과화면, 결과 서버전송기능
- 수질분석 기기의 측정 정밀성을 확보하기 위하여 컬러판독센서와 광량보정센서를 추가로 설치하였으며, 이에 따라 양방향 컬러판독에 따른 농도 보정과 일정량의 광량이 확보됨으로써 안정적인 수질분석결과를 확보 할 수 있다.
- 개발되어진 수질분석키트 및 모바일 분석시스템의 현장적용성을 평가하기 위하여 경기도 지역 내 고속도로 휴게소 오수처리시설에 보급하여 3개월 동안 주 2회 분석데이터를 확보하였다. 분석된 수질분석데이터의 데이터베이스화 및 분석결과에 따른 운전조치 방법의 상관관계를 조합하여 운전대응로직을 작성하였으며, 그 결과 고도처리공정 운영로직을 통해 안정적인 방류수질 확보가 가능 한 것으로 나타났다.

## V. 연구결과의 활용계획

- 사업화 계획
  - 한국도로공사 휴게소 오수처리시설에 보급함으로써 시장성확보
  - 하·폐수외 해수분석이 가능함에 따라 해양모니터링 자료로써 활용 가능  
(국가연구 과제 수행에 필요한 장치로써 적용 중)
  - 향후 공공하수처리장 및 하천(비점오염원)모니터링 시스템으로써 활용 가능함에 따라 추가 시장성 확보
- 비점오염원 모니터링 시스템 활용 가능성
  - 경안천 살리기 운동본부, 팔당 수질개선 본수, 4대강 권역별 유역청을 통한 비점오염원 실시간 모니터링 시스템으로써 적용
- 기술적 기대효과
  - 실시간 현장 분석이 가능함에 따라 빠른 현장대응이 가능
  - 향후 분석항목의 증가 (SS및 COD)에 따라 법적수질기준 만족을 위한 기초 자료로써 활용가능
  - 분석데이터의 Data base화를 통해 수질모니터링 자료로써 활용가능
  - 안정적인 수처리 효율로 인한 수계보전 및 수자원 확보가능