



성도 신준구 백학탄 국립습지공원 수질개선 프로젝트 소개:

바이허탄(백학탄)국립습지공원은 청두시 신진구 화차오 거리에 위치해 있으며, 총 면적은 약 1.07km²입니다. 바이허탄이라는 이름은 "백두루미의 땅"으로, 이 지역에서 두루미가 쉽게 발견된다는 것을 의미합니다.

2022년부터 AAAA 수준의 국가 관광 명소로 평가되었으며 청두의 유일한 국립 습지 공원입니다.

이곳의 목가적인 풍경들은 물, 다리, 그리고 다양한 동물들과 약초로 둘러싸여 있습니다.

경치 좋은 지역의 강과 습지 유형은 생태적 가치가 극히 높은 곳으로, 수백 개의 습지 해변과 생태 목초지를 형성해 천혜의 '도시의 신장'인 쓰촨성 습지계를 대표하는 습지 시스템입니다.



그림 1

프로젝트 개요 및 목표 :

그러나 2021년 4월부터 조류가 너무 빨리 자라 광대한 면적의 황갈색 부유조류가 발생하는데 이를 걷어낸 후에도 빛, 온도 조건 등이 양호할 때마다 반복적으로 나타났습니다.

조류의 급속한 성장은 수질의 좋지않은 현상을 초래했습니다. 이러한 심각한 오염수역 면적은 약 80,000m²이고 조류의 빈번한 출현 지역의 총수량은 약 120,000m²입니다. 이에 공원은 2021년부터 다양한 처리 방법과, 인공 인양, 약제 투입 등을 시도했으나 효과가 뚜렷하지 않았습니다. 북경남서이화환경보호과학기술유한공사는 미국BiOWiSH의 중국지역 총대리로서 2021년 11월, 현장에 미생물균제, 태양열조류자동포착기술을 결합하여 백학탄습지공원에 전면적인 조류억제와 수질개선처리를 실시합니다.

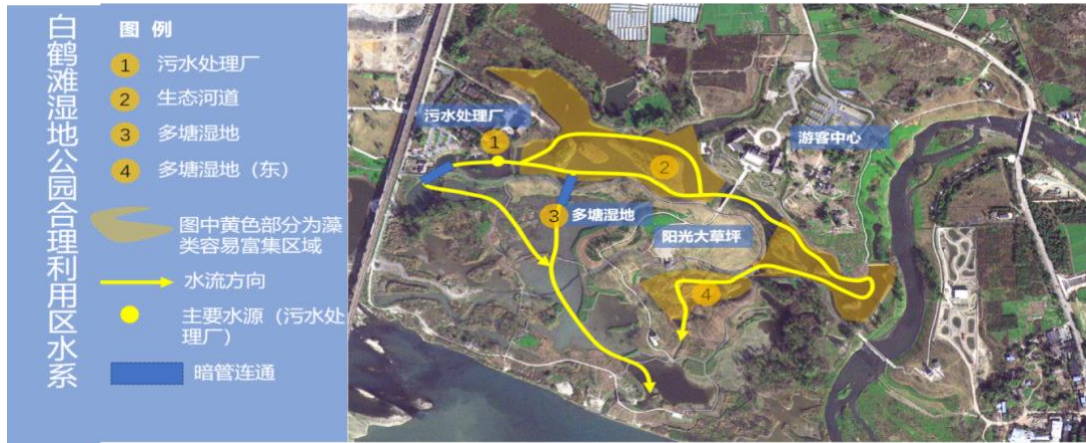


그림 2-주요 조류발생지역



그림 3-현장의 *Euglena sanguinea* 상황

샘플링 분석을 통해 본 습지 지역의 조류녹조는 *Euglena sanguinea*(이하 '적조') 이였습니다. 적조는 항상 빨간색이나 갈색을 띠고 수면에 모여 부막을 형성하는 등의 특징이 습니다. 적조는 유기질이 풍부한 물에서 발생하기 쉬우며 온도 26-28℃, pH값은 6.5-8.5 및 추광성이 강하여 해당 조건이 맞을 시에 폭발적으로 증가합니다.

본 지역은 물의 유동성이 비교적 작고 조류 발생에 적합하게 수온이 26℃ 정도이며 pH 8.2, 그리고 오후에 빛이 비교적 강하여 신속하게 성장하였습니다. 습지 급수원은 상류도시 오수처리장 배수로 급수량은 약 2만 m³/d이고 배출기준은 1급 A기준이지만 배출미달 상황이 자주 존재합니다.

Redfield 이론에 따르면 조류 번식이 질소 인비(N/P ratio)에 대한 제한치는 16:1입니다. 이는 질소,인의 비가 16:1에 가까울 때 Redfield수치가 유효하다는 것을 나타냅니다. 그러나 질소와 인의 비례가 16:1보다 작거나 크면 조류의 번식은 질소와 인의 비례가상관성이 높지 않다. 본 지역의 수질 검측 결과에서 N/P는 35.2~113.4, 평균치는 77.60이고 16:1에 가까운 샘플링점이 없다는것은 습지 질소와 인 비율이 본 지역의

조류 녹조 발생의 통제인자가 아니라 총인 함량이 전체적으로 낮은 수준에 있고 총질소가 조류 번식에 미치는 영향이 명확하며 주 통제인자임을 나타냅니다. 또한 하류의 TN 농도가 유입 오수장 배출 농도보다 높기 때문에 본 지역 내의 진흙에서 방출되는 TN의 중요한 오염원 중의 하나입니다.

적용 계획

본 습지공원 구역 내 조류의 성장이 너무 빠르고 진흙 오염물의 방출과, 습지 시스템의 자정 능력이 약하고 운영이 어려운 현황을 토대로, 복원 및 자정능력 향상과 장단기를 고려하여 본 방안을 설계하였습니다. 생물 조류 억제, 진흙관리, 자정능력 복원과 자동 운영 등 기술을 사용하여 독창적이고 복합적인 미생물 기술, 고정화 미생물 기술, 일체화 자동 수집 기술을 채용하여 수질개선, 미생물생태 재건과 진흙 감소, 저서생물의 개량과 복구의 목적을 실현할 수 있으며 운영상 인력투입을 효과적으로 낮추고 하천의 청결감을 유지할 수 있습니다. 운영 계획을 제정하는 동시에 강우가 적고, 햇볕이 강하는 등 열악한 조건을 고려하여 맞춤형 조치를 수립하였습니다.

표 1- 적용 방법 요약

적용 Solution	적용 현황	목적
BiOWiSH Aqua	적용기간 및 농도 : 2ppm, 1 회/일 유지운영기간 및 농도 : 0.2ppm, 3회/주	조류억제 조류의 번식연결고리 및 광합성작용 차단, 영양 공급원의 일부를 잘라냅니다.
BiOWiSH Aqua FOG	적용기간 및 농도 : 2ppm, 1 회/일 유지운영기간 및 농도 : 0.2ppm, 3회/주	미생물증강 강화 조류로 인한 오일 제거
생물학적 응집제	2ppm, 1회/월	수질탁도 개선
태양광 조류 수거장비	3대	수처리 및 부유물청소효율 향상, 인력 감소



그림 4 - 적용솔루션

적용결과

표2- 측정결과 ^a

No	항목	적용 전 평균 ^b	적용 후평균 ^c	개선효율	목표	비고
1	COD	42.85	19	56% 저감	≤20mg/L	StandardIII
2	암모니아질소	0.96	0.236	75% 저감	≤1mg/L	StandardIII
3	TN	10.85	5.57	49% 저감	30-50%저감	-
4	TP	0.13	0.079	39% 저감	≤0.2mg/L	StandardIII

a 샘플 출처: 동쪽 관조탑, 고도부두, 자연교실, 다탄습지 네 곳 샘플의 균일치

b 2021 年 9 月 9 日 채취

c 2022 年 4 月 12 日 채취

적용기간 1개월, 유지운영기간 5개월을 거쳐 수질지표가 전면적으로 개선되고, TN외에 모든 지표 수치가 Standard III (생활음용수)을 실현하였습니다.

생물학적 조류억제, 수질 복원 및 바닥 진흙(슬러지) 관리를 통해 습지의 생물학적 시스템을 효과적으로 향상시켜, 개선, 조류 발생 빈도와 조류의 양(범위)이 크게 낮아지고 수질 자정능력이 뚜렷하게 향상되었습니다. 자동화 태양열 조류 인양 수집 장치를 설치해 작업자가 직접 처리하기 어려운 구역에 대해 자동 청결을 실현하고 인위적인 인양 빈도를 줄이며 습지 공원의 미래적 감각을 증가시켜 수로 경관을 확보할 수 있었습니다.

적용 전 후 비교

적용 전



적용 후



적용전



적용후



결론

이 수질 환경 개선 프로젝트의 성공은 백학탄습지공원이 AAAA급 관광지로 선정되는데 도움을 주었습니다. 백학탄습지공원에 깊이 감동한 시진핑주석이 생태문명에 대해 '생태의 흥을 고수하면 문명의 흥을 고수하고, 사람과 자연의 조화로운 공생을 하며 녹수청산은 금산은산이며, 양호한 생태환경을 유지하는 것은 가장 보편적인 민생복지이고 산수림전호초는 생명공동체이며 가장 엄격한 제도와 가장 엄밀한 법치로 생태환경을보호하고 아름다운 중국 국민 행동을 건설하며 전세계 생태문명 건설을 공모하는 것을 견지한다'는 여덟 가지 측면에서 요구하였습니다.

조류 서식지 보호, 어류 생태환경보호, 수원 수질 보호 등 보호 보육 업무를 하고 강 상류의 중요한 생태 장벽을 구축하면 강의 생태 다양성을 유지하고 지역의 물 균형을 유지하며 아름다운 살기좋은 공원 도시를 건설하는 데 중대한 역할을 합니다.

