

Research Paper

## 친수지구의 계절별 수질특성과 친수활동의 적합성에 관한 연구

김택호 · 장윤영

광운대학교 환경공학과

### A Study on the Seasonal Water Quality Characteristics and Suitability of Waterfront Activities in Waterfront Areas

Taek-Ho Kim · Yoon-Young Chang

Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University

**요약:** 현재 주요하천의 홍수터는 레저활동의 증가와 접근성 개선에 따라 다양한 형태의 친수공간으로 변모하고 있다. 일반적으로 하도내의 친수활동은 여름철에 집중되는 경향이 있고 이 시기의 친수활동은 수질에 직접적 영향을 미친다. 이에 따라 친수활동이 집중되는 시기의 친수활동의 특성과 수질에 대한 정확한 비교평가가 필요하다. 본 연구에서는 친수지구 이용자의 친수활동 현황과 친수지구 수질을 비교분석하기 위해 다음과 같이 연구를 수행하였다. 첫째, 환경부 수질측정망 정보를 이용하여 조사대상 친수지구 3개소를 선정하였다. 둘째 친수지구 이용자를 대상으로 친수활동 만족도 및 유형에 대한 설문조사를 실시하였다. 셋째, 월별 수질측정 인자를 기준으로 수질등급을 산정하고 이를 비교하였다. 넷째, 최근 5년간의 수질측정 자료를 이용하여 친수활동이 높은 시기와 그렇지 않은 시기의 수질특성에 유의한 차이가 있는지를 통계분석(일원배치 분산분석) 하였다. 이러한 분석결과 본 연구에서는 다음과 같은 결론을 도출하였다. 첫째, 친수활동 이용도는 캠핑, 수상스키, 낚시, 수영, 래프팅 등의 순으로 조사되었다. 둘째, 친수활동 만족요소는 활동편의성, 수질, 수변경관, 교통접근 편의성, 기온 등의 순으로 조사되었다. 셋째, 친수지구 수질만족도는 관할기관에서 제시되는 수질등급과는 상관없이 대체로 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 넷째, 환경부 수질측정망 데이터를 수질등급으로 비교결과 대체로 양호한 등급이 나타났고 특히 BOD항목 등은 계절별로 등급 빈도간의 차이가 있는 것으로 나타났다. 다섯째, 수질관측망 자료를 계절별로 통계분석(일원배치 분산분석) 결과 DO를 제외한 COD, BOD, TP, TOC는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 이러한 연구결과를 종합하여 볼 때 친수지구내의 수질개선에 대한 종합적 관리체계 마련과 친수활동이 높은 시기에 대해서는 수질개선 노력이 더 필요하며 향후에는 친수지구의 수질예보 체계 마련이 필요할 것으로 판단된다.

**주요어:** 친수지구, 친수활동

**Abstract:** Currently, the floodplains of major rivers are transforming into various types of waterfront spaces according to the increase in leisure activities and improved accessibility. In general, waterfront activities in river channels tend to be concentrated in summer, and the waterfront activities

during this period directly affect water quality. Accordingly, it is necessary to accurately compare and evaluate the characteristics and water quality of waterfront activities during the period when waterfront activities are concentrated. In this study, the following research was conducted to compare and analyze the current status of waterfront activities of users of waterfront areas and the water quality of waterfront areas. First, three waterfront areas were selected for investigation using the information from the Ministry of Environment's water quality measurement network. Second, a survey was conducted on the satisfaction and types of waterfront activities targeting users of waterfront areas. Third, water quality grades were calculated based on monthly water quality measurement factors and compared. Fourth, statistical analysis (one-way analysis of variance) was conducted to see if there was a significant difference in water quality characteristics between periods of high waterfront activity and periods of low waterfront activity using water quality measurement data for the last 5 years. As a result of this analysis, the following conclusions were drawn in this study. First, the use of waterfront activities was investigated in the order of camping, water skiing, fishing, swimming, and rafting. Second, satisfaction factors for waterfront activities were investigated in the order of activity convenience, water quality, water landscape, transportation access convenience, and temperature. Third, it was found that satisfaction with water quality in waterfront areas was generally unsatisfactory regardless of the water quality grade presented by the competent authority. Fourth, as a result of comparing the water quality measurement network data of the Ministry of Environment by water quality grade, generally good grades were found, and in particular, there was a difference in grade frequency by season in the BOD category. Fifth, as a result of statistical analysis (one-way ANOVA) of water quality monitoring network data by season, there were statistically significant differences in COD, BOD, TP, and TOC except for DO. Considering the results of these studies, it is judged that it is necessary to prepare a comprehensive management system for water quality improvement in the waterfront zone and to improve water quality during periods of high waterfront activity, and to prepare a water quality forecasting system for waterfront areas in the future.

**Keywords :** Waterfront areas, Waterfront activities

## I. 서론

하천의 친수지구는 하천법 제44조(자연친화적 하천조성을 위한 보전지구 등의 지정) 및 시행규칙 제13조(하천기본계획의 고시 등) 제5항에서 용도가 세부적으로 규정되어 있으며(Article 44 of the River Act), 하천기본계획의 공간관리 기준에 의해 보전지구, 복원지구, 친수지구 중의 하나로 분류되고 있다. 친수지구의 유지관리 및 공간계획은 하천기본계획 수립지침(2018년 국토교통부 고시)에 명시적으로 규정되어 구체적인 관리방향이 제시되어 있다(River Basic Plan Establishment Guidelines). 일반적으로 친수

지구는 자연과 인간이 조화를 이루는 대표적인 공간으로 하천공간으로의 접근이 용이하며 이를 위해 이용객을 위한 각종 휴식·레저 시설들이 설치되어 있는 도심형 친수공간과 도심지에서 벗어난 지역에 자연형으로 관리되는 자연형 친수공간으로 구분된다. 도심형 친수공간과 달리 자연형 친수공간에서는 하도에 직접 접근하는 다양한 친수활동이 이루어지고 있으며 그 양상은 대체로 7월과 8월에 집중되는 경향이 있다. 이러한 자연형 친수지구에서의 친수활동 특성에 따라 현재 각 지방환경청에서는 친수공간내 이용객을 위해 친수이용도가 높은 하천, 계곡 등을 대상으로 5월과 6월까지 사전 수질조사 및 수질평가를 정

기적으로 실시하고 있으며 그 결과를 다양한 매체를 통해 공개하고 있어 각 지자체가 하천과 계곡의 수질을 깨끗하게 유지하도록 장려하고 있다. 최근 원주 연합뉴스(2022.07.19.) 기사에 따르면 원주지방환경청은 관할지역 내 164개 캠핑장이 위치한 하천, 계곡 44곳을 대상으로 수질조사 한 결과 모두 생활환경 기준상 “보통”에서 “매우 좋음”을 유지하는 것으로 보도한 바 있다. 이러한 환경부의 수질관리 노력에 대비하여 자연형 친수지구 이용객들이 직접 체감하는 수질에 대한 현황을 비교 분석할 필요가 있으며 친수활동이 활발한 시기와 그렇지 않은 시기의 수질을 종합적으로 비교 평가하여 향후 환경부의 친수지구 수질관리 및 개선에 필요한 실증적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구를 위한 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. 조용모(2006) 등은 친수하천의 수질사고 발생시 대응방안 연구에서 친수하천의 유독물 유입사고, 물고기 폐사사고, 조류발생에 의한 악취 및 투명도 저하사고 등 수질오염 사고시 대응방안을 제시하고 있다(Cho et al, 2006). 서일원(2014) 등은 종합적 친수활동 보호를 위한 수질예보 기법 개발에서 친수활동을 위한 수질예보 방안, 친수활동지수 산정 모델 개발, 실용성이 높은 조류 농도예측 모델을 개발하였다. 개발된 친수활동지수 산정 모델을 검증하기 위해 친수활동이 활발하게 일어나는 지점인 북한강의 대성리 삼봉리 구간을 대상으로 연구를 진행하였다(Seo et al, 2014). 서일원(2016) 등은 북한강에서 친수활동지수 산정을 위한 강우에 의한 수질변화의 분석 연구를 진행하였다(Seo and Choi 2016). 이호수(2019) 등은 하천 내 수질 및 수리 인자를 이용한 친수평가 방안 연구에서 친수평가를 고려할 수 있는 다양한 수질 및 수리적 인자와 국내·외에서 적용된 친수활동지수 산정 및 평가에 관한 사례를 소개하고 있으며(Lee et al, 2019), 지민규(2020) 등은 하천구역 내 친수시설물 입지 및 조성에 관한 환경영향평가 가이드라인 마련 연구를 통해 증가하고 있는 하천구역내 친수시설물 조성사업에 대한 환경영향평가 가이드라인이 부재하여 하천구역의 보전과 자연친화적인 공간 이용을 유도하기 위한 검토기준 가이드라인(안)을 마련하고

자 연구를 수행하였다. 연구결과 소규모 환경영향평가서로 접수된 친수시설물 조성사업의 유형이 파크골프장, (오토)캠핑장, 체육시설 등의 순으로 개발 건수가 높고, 이러한 활동이 점 및 비점 오염원 등 수질오염원을 유발시키는 사업(캠핑장, 물놀이장, 주차장 등)에 해당하는지에 대한 사전검토가 필요하며 하천 기본계획 수립시 친수지구 지정 및 공간활용과 연계하여 자연친화적인 계획수립이 필요함을 제시하였다(Ji and An 2020). 허중욱(2022)은 친수 레저시설을 이용한 이용자의 여가시설 이용이 여가 만족도에 미치는 영향을 확인하기 위하여 수행되었다. 우리나라 통계청에서 조사한 2019년 사회조사와 2021년 사회조사 통계자료를 이용하여 레저시설 이용자의 레저시설 이용과 여가 만족도간의 관계를 확인하였다(Heo 2022).

선행연구 조사결과 하천에서 친수지구 및 친수활동에 관한 기존 연구는 주로 친수공간의 적합성 및 시설물의 안정성, 이용수질 개선 그리고 하천유지용수 공급에 중점을 두었다. 그러나 이들 하천 친수지구의 친수활동이 수질에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 따라 하천구역내 지정된 친수지구 중에서 수상레저시설, 체육시설, 휴게시설, 캠핑장, 주차장 등 친수시설과 친수활동이 활발히 이루어지고 있는 하천인 섬강(수질관측망 섬강6), 흥천강(수질관측망 흥천강3), 북한강(수질관측망 삼봉리)에서 수질저하 발생건수가 빈번히 발생되어 이에 대한 종합적인 연구가 필요하다.

## II. 연구방법 및 연구대상 지역

### 1. 연구방법

본 연구에서는 하천에서 친수활동의 현황과 이에 따른 수질 특성을 비교 분석하기 위하여 Figure 1과 같은 방법으로 연구를 수행하였다. 첫째, 친수활동 특성에 대한 선행연구 및 수질평가 방법을 검토하였다. 둘째, 하천에서 직접적인 친수활동이 활발한 지역으로 섬강(수질관측망 섬강6), 흥천강(수질관측망 흥천강3), 북한강(수질관측망 삼봉리) 등 3개 지역을 연구대상 지역으로 선정하였다. 셋째, 선정된 대상지에서

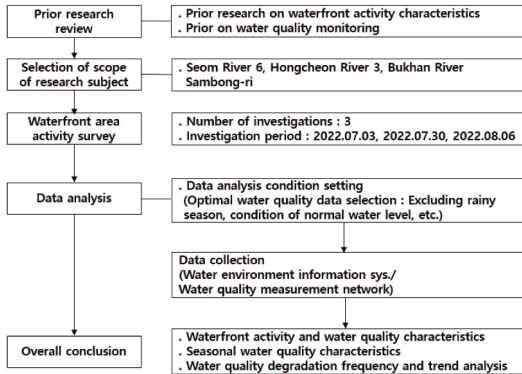


Figure 1. Analysis Procedure.

친수지구 이용객에 대한 설문조사를 실시하였다. 넷째, 대상 지역 인근의 환경부 수질측정망 수질자료 중 2021년 기준 최근 5년간의 수질측정 자료를 수집하였으며 수집된 자료는 12,1,2월을 동절기(겨울), 3,4,5월을 춘절기(봄), 6,7,8월을 하절기(여름), 9,10,11월을 추절기(가을) 등 4개의 그룹으로 분류하였다. 다섯째, 친수활동과 수질데이터의 시기별 차이를 규명하기 위해 위에서 분류한 4개 그룹에 대한 일원배치 분산분석을 실시하였다. 통계 프로그램은 SPSS V2.22를 사용하였다.

## 2. 연구대상 지역

최근 레저활동이 늘면서 홍수터에서의 친수활동 뿐 아니라 하도에서 물과 직접 접촉하는 친수활동이 각광받고 있다. 대표적인 레저활동은 수상스키, 낚시, 수영 등이 있으며 물과 직접 접촉하는 스포츠이다. 이러한 활동은 수질에 직접적인 영향을 받는 것으로 판단된다. 최근 코로나19 팬데믹으로 인해 이러한 활동이 줄어들긴 했지만 이 시기 수상레저 활동이 오히려 인기를 끌었다는 포탈 기사가 있었으며 또한 몇몇 연구에서도 이러한 기사를 뒷받침하는 연구가 제시되기도 하였다(Heo 2022). 본 연구에서 이러한 자료를 종합적으로 분석하고 수상스키와 같은 활동을 위한 수심이 깊은 지역과 낚시, 수영 같은 활동을 위한 수심이 낮은 지역을 모두 포함하여 3개 지역을 선정하였다(Table 1).

수질관측망 섬강6은 남한강과 합류하는 섬강 하류부에 위치하고 있다. 직상류에는 섬강두꺼비오토캠

Table 1. Target River and Analysis Location

Water quality observation station	Waterfront areas	Major waterfront activities
Seom River 6 (Seom River)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gama Island Amusement Park</li> <li>Seomgang Toad Auto Camping Site</li> </ul>	Camping, fishing, collecting snails Hongcheon
River 3 (Hongcheon River)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Magok Amusement Park</li> <li>Sonami Island, Baebawi Rock Camping Site</li> </ul>	Camping, fishing, rafting
Sambong-ri (Bukhan River)	Boat house	water skiing, water rides

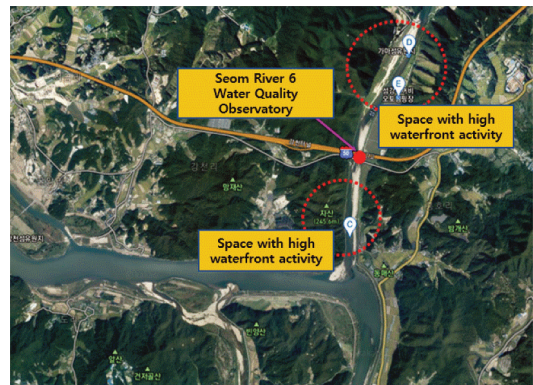


Figure 2. Seom River 6 Location Map.

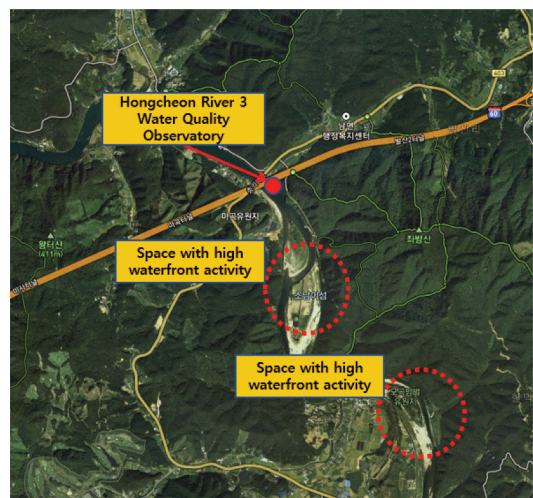


Figure 3. Hongcheon 3 River Location Map.

핑장과 가마섬유원지 등이 위치하고 있으며, 하천구역내 모래톱 공간에는 주말에 많은 캠핑객들이 체류하고 수심이 얕아서 수영, 낚시 및 다슬기 채취 등의

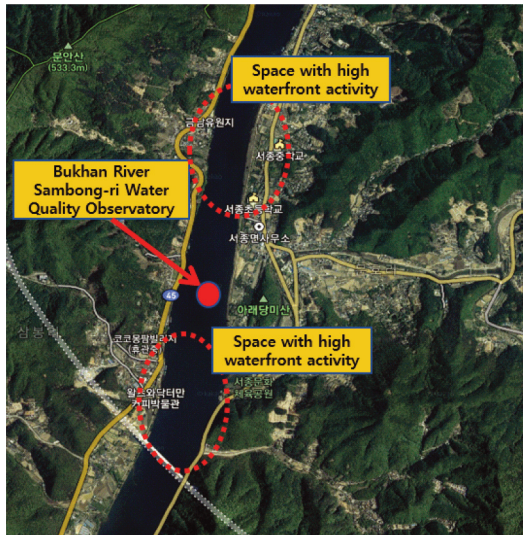


Figure 4. Bukhan River Sambong-ri Location Map.

다양한 친수활동이 이루어지고 있다.

수질관측망 홍천강3은 청평호 상류 북한강과 합류하는 홍천강의 중하류부에 위치하고 있으며 직상류에는 마곡유원지, 소남이섬배바위야영지, 모곡밭별유원지, 청구유원지 등 많은 친수지구가 위치하고 있다.

수질관측망 삼봉리는 팔당호로 합류하는 북한강 하류부에 위치하고 있으며 고노골수상레저, 풍차수상스키장 등 10여개의 보트하우스가 위치하고 있고 수심이 깊고 유량이 풍부해 수상스키, 물놀이기구 이용 등 하도에서의 친수활동이 많은 편이다.

### 3. 수질평가 기준 및 현황

친수지구에서의 활동은 크게 수역에서의 활동과 육지에서의 활동으로 나눌 수가 있다. 하천구역내 친수활동에 따른 수질변화를 평가하기 위하여 수질환경기준을 적용할 수 있다. 국내에서는 하천수질환경기준을 I등급 부터 VI등급 까지 7단계로 구분하고 생활환경 항목으로 5개 항목에 대한 기준을 설정하고 있다. 일반적으로 인체 건강기준은 수질평가기준과는 별개로 카드늄과 비소 등 17개 항목을 설정한다.

하천수질 환경기준 7단계 중 매우 좋음(Ia)~약간 좋음(II)은 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있으며, 보통(III)에서 약간나쁨(IV)은 정수처리 후 공업용

Table 2. River Water Quality Environmental Standards

Grade		Standard				
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	DO (mg/L)	TP (mg/L)
Very good	Ia	1 below	2 below	2 below	7.5 more than	0.02 below
Good	Ib	2 below	4 below	3 below	5.0 more than	0.04 below
Slightly good	II	3 below	5 below	4 below	5.0 more than	0.1 below
Usually	III	5 below	7 below	5 below	5.0 more than	0.2 below
Slightly bad	IV	8 below	9 below	6 below	2.0 more than	0.3 below
bad	V	10 below	11 below	8 below	2.0 more than	0.5 below
Very bad	VI	10 excess	11 excess	8 excess	2.0 under	0.5 excess

수 또는 농업용수로 사용할 수 있다. 나쁨(V) 이하의 수질등급은 공업용수 및 농업용수로 적합하지 않은 수질등급을 말한다. 사람의 건강보호 기준은 하천수질 기준과 동일하다.

본 연구에서는 친수지구 상류와 하류에 위치한 물환경정보시스템의 수질측정망 자료를 이용하여 수변에서의 친수활동에 따른 수질특성을 비교 분석하였다. 하천수질환경기준인 COD, BOD, DO, TP, TOC를 선정하여 각 항목별 수질등급기준을 적용하였다.

## III. 연구결과 및 고찰

### 1. 친수활동 특성 설문조사 결과

본 연구에서는 친수지구 이용자들의 친수활동 동향 및 수질만족도를 알아보기 위해 설문조사를 실시하였다. 연구의 목적을 충분히 설명하고 익명을 보장한 후 모든 참여자로부터 사전 동의를 받았다. 이번 조사는 2022년 7,8월 중 기상이 양호한 주말 오전 10시부터 오후 2시까지 4시간에 걸쳐서 친수지구 주출

Table 3. Waterfront Area Activity Survey

Division	Survey items	Survey response result			
		spring sea.	summer sea.	autumn sea.	winter sea.
Activities by type of waterfront activities period	swimming (%)	0.00	90.48	9.52	0.00
	fishing (%)	22.87	32.29	31.39	13.45
	rafting (%)	8.33	91.67	0.00	0.00
	camping (%)	25.03	29.64	25.03	20.29
	water skiing (%)	25.53	53.19	21.28	0.00
Number of waterfront activities obtained in water during one visit (excluding water skiing)	not applicable	19 (30.6%)			
	less than 3	10 (16.1%)			
	less than 6	12 (19.4%)			
	less than 10	8 (12.9%)			
	more than 10	13 (21.0%)			
	sub total	62 (100%)			
Satisfaction factors for waterfront activities (2 multiples allowed) (including water skiing)	convenience of access	40			
	ease of activity	72			
	water quality	55			
	weather	19			
	air quality	11			
	water landscape	47			
	temperatures	38			
	sub total	292			
Satisfaction with water quality during waterfront activities (answered only by those who entered the river and engaged in waterfront activities) Including water skiing	very good	0			
	good	9			
	usually	33			
	bad	31			
	very bad	8			
	sub total	81			

입구에서 실시하였으며, 일행이 있을 경우 리더로 추정되는 인원에게 대해 설문 실시하였다. 1차 설문조사는 2022년 7월 3일 섬강 섬강교 인근, 2차 설문조사는 2022년 7월 30일 흥천강 모곡 흥천강 캠핑장을 대상으로 실시하였다. 3차 설문조사는 2022년 8월 6일 북한강 청평댐 인근 수상레포츠장 4개소 입구에서 수상스키 이용자를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

설문조사에 참여한 인원은 섬강 34명, 흥천강 28명, 북한강(삼봉리) 36명이었다. 삼봉리에서 수행한 수상스키 이용객에 대한 설문조사는 통계자료 분석시에 일반 친수활동과 상충하지 않는 항목에만 포함시켰다. 수질 만족도 분석 시 수상스키 이용객은 입수 활동을 반드시 하고 있으므로 설문자료를 정리할 때 일반 친

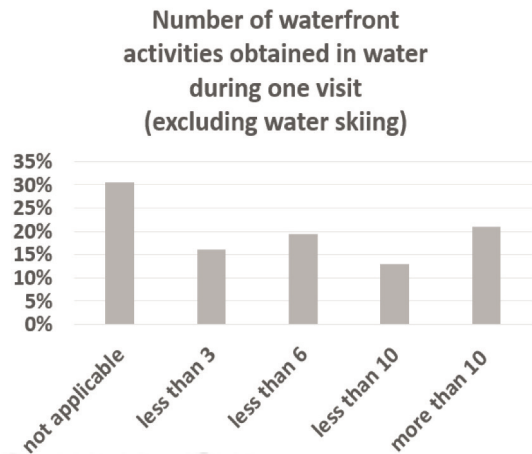


Figure 5. Number of waterfront activities obtained in water during one visit (excluding water skiing).

수활동 중 하도에 직접 입수하여 친수활동을 한 이용객과 통합하였다.

친수지구 방문활동시 하도에 입수하는 빈도에 대한 조사 결과는 다음과 같다. 3회 미만 입수활동은 16.1%, 6회 미만은 19.4%, 10회 미만은 12.9%, 10회 이상은 21.0%, 30.6%는 입수활동이 없는 것으로 조사되었다(Figure 5).

계절별 친수활동 특성은 다음과 같다. 봄에 수영은 0.00%, 낚시 22.87%, 래프팅 8.33%, 캠핑 25.03%, 수상스키 25.53% 여름에 수영은 90.48%, 낚시 32.29%, 래프팅 91.67%, 캠핑 29.64%, 수상스키 53.19% 가을에 수영은 9.52%, 낚시 31.39%, 래프팅 0.00%, 캠핑 25.03%, 수상스키 21.28% 겨울에 수영은 0.00%, 낚시 13.45%, 래프팅 0.00%, 캠핑 20.29%, 수상스키 0.00%로 나타났다(Figure 6).

친수활동 만족도 요인에 대한 조사결과는 다음과

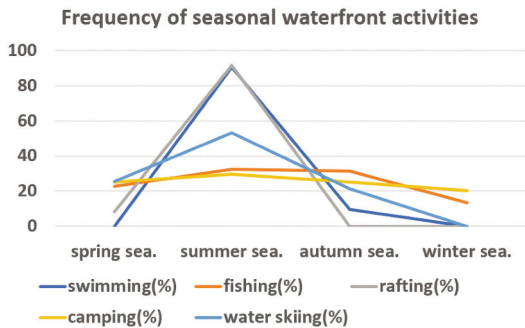


Figure 6. Frequency of seasonal waterfront activities.

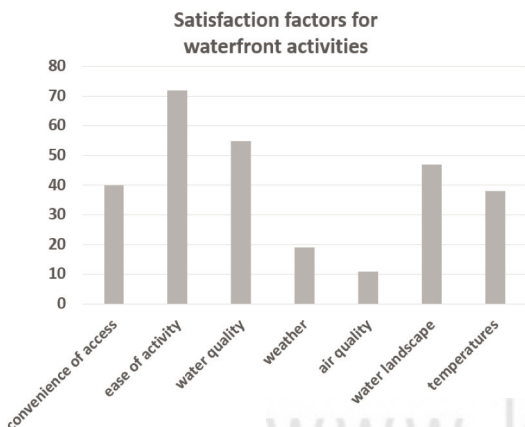


Figure 7. Satisfaction factors for waterfront activities.

Satisfaction with water quality during waterfront activities

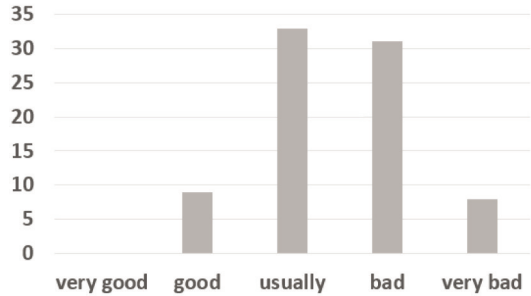


Figure 8. Satisfaction with water quality during waterfront activities.

같다. 활동의 용이성 72, 수질 55, 수변경관 47, 교통 접근 편리성 40, 기온 38, 날씨 19, 대기 11 순으로 조사되었다(Figure 7).

친수활동 중 수질 만족도를 조사한 결과 ‘보통’이 33명, ‘나쁨’이 31명, ‘매우 나쁨’이 8명으로 나타났다. ‘나쁨’과 ‘매우 나쁨’으로 답한 응답자는 전체 응답자의 48%로써 수질에 대한 만족도가 매우 낮은 것으로 나타났다(Figure 8).

## 2. 설문조사 분석결과

이러한 설문조사 결과를 종합해본 결과 다음과 같은 결론이 도출되었다. 첫째, 친수활동은 계절별, 활동유형별로 활동빈도에 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 전체적인 친수활동은 여름에 가장 활발하며 그 다음으로는 가을이 활발한 것으로 조사되었다. 수영은 여름에 활발한 것으로 나타났으며, 낚시는 여름에 가장 활발하나 가을 및 겨울에도 크게 차이는 없으므로 나타났다. 래프팅은 물에 직접 입수하는 경우가 있어 여름에 가장 활발하고 수온이 낮아지는 계절엔 거의 활동하지 않는 것으로 조사되었으며, 캠핑은 연중 비슷한 친수활동을 보였다. 마지막으로 수상스키는 여름에 가장 활발하고 봄과 가을에도 활동하는 것으로 나타났다. 둘째, 수상스키를 제외한 일반 친수활동을 하는 이용자의 69.4%가 물에 직접 입수하는 친수활동을 하는 것으로 조사되었으며 이는 친수활동이 육역내에서만 이루어지는 친수활동이라 하더라도 시기에 따라서는 상당수가 직접적 입수활동을 하는

것을 의미한다. 셋째, 친수활동의 만족도에 있어서는 물과 직접 접촉하는 비율이 69.4%인것을 감안하면 친수지구 이용자의 상당수가 수질의 중요성을 인지하고 있을 것으로 판단된다. 넷째, 친수활동에 실제 체감을 통해서 나타나는 수질에 대한 만족도는 대체로 낮은 것으로 나타났다. 이는 같은 시기 환경부에서 정기적으로 공표하는 수질측정 결과와는 다소 배치되는 결과이다.

### 3. 수질측정 데이터 분석

본 연구에서는 섬강(수질관측망 섬강6), 홍천강(수질관측망 홍천강3), 북한강(수질관측망 삼봉리) 3개 지역을 선정하였다. 대상 지역의 수질자료는 환경부 수질측정망에서 수집하여 작성하였으며, 자료 추출 범위는 2021년 기준 최근 5개년의 수질측정 자료를 수집하여 분석하였다. 조사분석은 Figure 9와 같은 절차로 수행하였다.

본 연구에서는 각 수질 인자별 수질측정 결과가 계절별로 차이가 있는지를 통계적으로 규명하기 위해 연속적인 수질측정값을 계절별로 4개 집단으로 분류하여 이를 집단간의 일원배치 분산분석(ANOVA)을

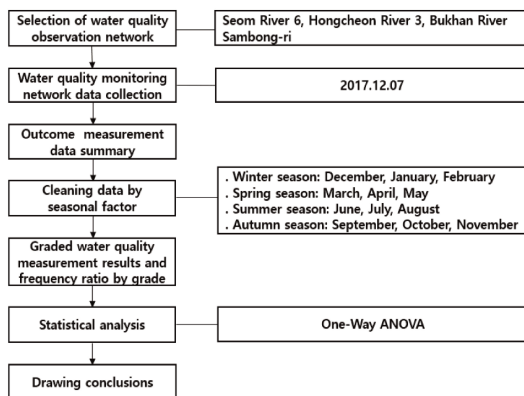


Figure 9. Procedure for conducting research and analysis.

Table 4. Seasonal classification period

Seasonal classification	Seasonal classification period
Winter season	December, January, February
Spring season	March, April, May
Summer season	June, July, August
Autumn season	September, October, November

실시하였으며 통계분석 프로그램은 SPSS V2.22를 이용하였다. 또한 계절별 수질측정 데이터 비교를 위한 분류 기간은 다음과 같이 정의하였다(Table 4).

### 4. 수질 인자별 분석 결과

본 연구에서는 수질인자별 수질측정 자료를 수질 등급별로 분류하여 이를 시기에 따른 각 수질등급의 빈도로 분석하였으며 또한 연속적인 수질측정 자료를 계절별로 그룹화한 후 일원배치 분산분석을 실시하였다. 일원배치 분산분석에서는 분산의 동질성 검정을 통해 모든 수질인자의 그룹간 분산이 동질하다는 결과를 얻었고 사후분석(Post Hoc : 다중비교)의 Tukey HSD값을 이용하여 수질인자별로 계절간에 차이가 나타나는지를 규명하였다.

COD(Chemical Oxygen Demand)는 수질 오염정도를 나타내는 기준으로 본 연구에서는 COD 측정결과에 해당하는 수질등급별로 각 등급이 나타나는 빈도를 발생 비율로 환산하여 계절별로 나타낸 결과는 Figure 10과 같다.

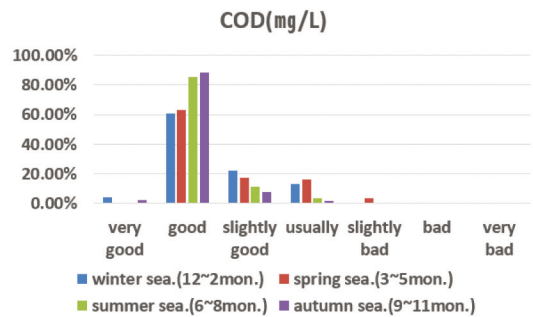


Figure 10. Occurrence rate of COD water quality grade and seasonal frequency.

실제 수질 측정망의 COD를 계절별 원측정값으로 분류하고 이에 대한 일원배치 분산분석 한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Statistical analysis table (COD)

Winter sea. (n=99)	Spring sea. (n=179)	Summer sea. (n=182)	Autumn sea. (n=185)	F	p
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
3.77±1.10	4.02±1.29	4.15±1.51	3.23±0.88	19.898	0.00

\* p : Significance Probability (p < 0.05)

분석결과 COD에 대한 계절별 측정값은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 여름은 겨울, 봄과는 차이가 나타나지 않았으나 가을과는 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 COD가 대체로 유량이 많을수록 좋게 나타나므로 가을에 유량도 여름에 비해 증가하고 하천내 오염물질의 유입이 상대적으로 줄어들기 때문으로 해석할 수 있다.

BOD(Biochemical Oxygen Demand)는 수질 오염의 정도를 나타내는 기준으로 본 연구에서는 BOD 측정결과에 해당하는 수질등급별로 각 등급이 나타나는 빈도를 발생 비율로 환산하여 계절별로 나타낸 결과는 Figure 11과 같다.

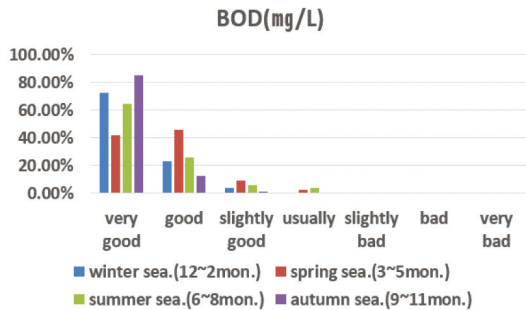


Figure 11. Occurrence rate of BOD water quality grade and seasonal frequency.

실제 수질 측정값에 대해 계절별로 분류한 BOD 원 측정값에 대한 일원배치 분산분석 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Statistical analysis table (BOD)

Winter sea. (n=99)	Spring sea. (n=179)	Summer sea. (n=182)	Autumn sea. (n=185)	F	p
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
0.93±0.48	1.28±0.67	1.09±0.76	0.76±0.62	20.122	0.00

\* p : Significance Probability (p < 0.05)

분석결과 BOD는 계절별 측정값이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 여름에는 겨울, 봄과 차이가 없었지만 가을에는 있었다. 이는 COD에서와 같이 일반적으로 유량이 증가할수록 BOD도 개선되나 가을에 더 좋게 나타나는 이유는 유량도 많고

하천내 오염물질의 유입이 적어 결과적으로 더 나은 수질이 나타나는 것으로 판단할 수 있다.

DO(Dissolved Oxygen)는 수질의 오염정도를 나타내는 기준으로 본 연구에서는 DO 측정결과에 해당하는 수질등급별로 각 등급이 나타나는 빈도를 발생 비율로 환산 후 계절별로 나타낸 결과는 Figure 12와 같다.

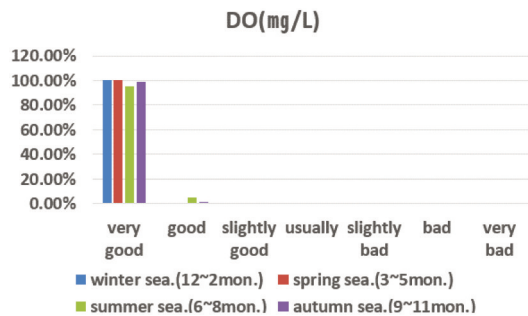


Figure 12. Occurrence rate of DO water quality grade and seasonal frequency.

실제 수질 측정값의 DO에 대한 원 측정값을 계절별로 분류하여 이에 대한 일원배치 분산분석 한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7. Statistical analysis table (DO)

Winter sea. (n=99)	Spring sea. (n=179)	Summer sea. (n=182)	Autumn sea. (n=185)	F	p
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
13.57±1.25	11.26±1.28	9.15±1.24	10.68±1.64	224.55	0.163

\* p : Significance Probability(p < 0.05)

분석결과 DO는 계절별 측정값이 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며 용존산소량은 수온의 영향을 많이 받는 특성이 있어 대상하천의 지역적 위치에 의해 용존산소량은 대체로 매우 좋은 결과를 보이는 것으로 판단할 수 있다.

TP(Total Phosphorus)는 물속에 포함된 인의 총량으로 호소, 하천 등의 부영양화를 나타내는 지표 중 하나이다. 본 연구에서는 TP 측정결과에 해당하는 수질등급별 빈도를 발생 비율로 환산하였으며 계절별로 나타낸 결과는 Figure 13과 같다.

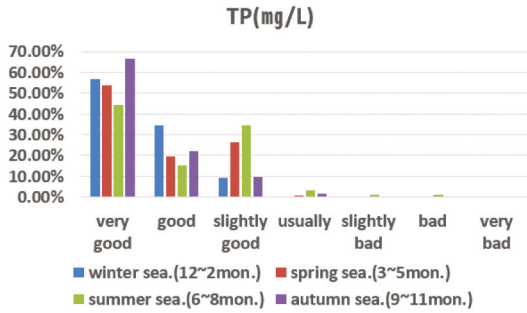


Figure 13. Occurrence rate of TP water quality grade and seasonal frequency.

실제 수질 측정량의 TP에 대한 원 측정값을 계절별로 분류하여 이에 대한 일원배치 분산분석 한 결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Statistical analysis table (TP)

Winter sea. (n=99)	Spring sea. (n=179)	Summer sea. (n=182)	Autumn sea. (n=185)	F	p
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
0.02±0.01	0.02±0.02	0.04±0.04	0.02±0.01	19.044	0.00

\* p : Significance Probability(p < 0.05)

분석결과 TP 측정값의 계절별 차이는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 이는 겨울은 비가 오는 날과 유량이 다른 계절에 비해 적고 하천에 유입되는 오염물질은 상대적으로 많기 때문으로 판단된다.

TOC(Total Organic Carbon)는 물속에 함유되어 있는 유기물의 농도를 나타내며 물속에 포함된 탄소

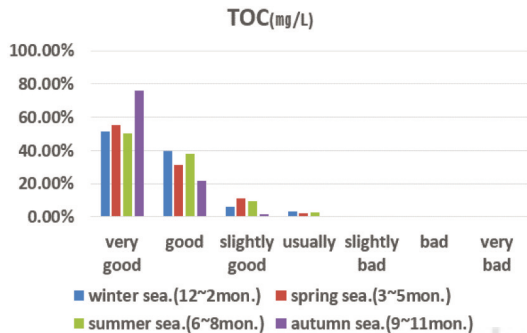


Figure 14. Occurrence rate of TOC water quality grade and seasonal frequency.

의 총량을 표현하여 수질의 오염도를 측정하는 기준이다. 본 연구에서는 TOC 측정결과에 해당하는 수질 등급별 빈도를 발생 비율로 환산하여 계절별로 나타낸 결과는 Figure 14와 같다.

실제 수질 측정량의 TOC에 대한 원 측정값을 계절별로 분류하여 이에 대한 일원배치 분산분석 한 결과는 Table 9와 같다.

Table 9. Statistical analysis table (TOC)

Winter sea. (n=99)	Spring sea. (n=179)	Summer sea. (n=182)	Autumn sea. (n=185)	F	p
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
2.15±0.72	2.16±0.73	2.24±0.69	1.79±0.55	16.085	0.00

\* p : Significance Probability(p < 0.05)

분석결과 TOC 측정값의 계절별 차이는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 다른 계절에 비해 가을에 양호한 등급이 나타난 이유는 겨울과 봄에 비해 유량은 많고 하천에 유입되는 오염물질의 양이 적기 때문에 수질이 좋게 나타나는 것으로 판단할 수 있다.

#### IV. 결론

본 연구는 최근 친수공간에서의 친수활동이 급격히 증가하고 있는 환경에서 실제 친수공간내의 이용자들의 친수활동 특성 및 이에 부합되는 수질의 특성을 규명하기 위한 연구이며 이를 위해 한강 유역 내 3개의 친수공간을 선정하여 이용객에 대한 설문조사를 실시하였다. 대상지구 인근에 위치한 환경부의 최근 5년간의 수질관측망 자료를 수집하여 이를 계절별로 분류한 후 통계분석을 실시하였다.

친수지구 이용자의 친수활동 이용도는 캠핑, 수상스키, 낚시, 수영, 래프팅 등의 순으로 조사되었으며 친수지구 활동 만족도에 영향을 미치는 요인으로는 친수활동 용이성, 수질, 수변경관, 교통접근 편의성, 기온 등의 순으로 조사되었다. 친수활동 만족에 영향을 미치는 요소로써 수질이 두 번째로 높은 인자로 선택된 것은 친수지구 이용자들이 실제로 체험하는 수

질 만족도가 높지 않음을 의미한다. 이는 하천관리 관할 지자체에서 공식적으로 발표되는 주요 친수지구의 수질등급 결과와는 상충되는 결과로 해석할 수 있다. 또한 물에 직접 접촉하지 않는 친수활동에서도 수질이 중요하다라는 것은 친수활동에서의 수질관리가 그만큼 중요하다라는 것을 의미한다.

환경부 수질관측망의 수질측정 자료를 수질등급으로 환산하여 비교한 결과 BOD 등의 항목은 계절에 따라 등급 빈도간의 차이가 있었으며, 대부분 모든 인자에서 대체로 양호한 등급의 결과가 나타났다. 수질관측망 자료를 계절을 고려한 그룹별로 분류한 후 통계분석(일원배치 분산분석)한 결과 DO를 제외하고는 COD, BOD, DO, TP, TOC 모두 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

COD는 계절별 측정치를 사후 분석한 결과 여름은 겨울, 봄과 차이가 나타나지 않았으나 가을과는 차이가 나타났다. 이는 COD가 대체로 유량이 많을수록 좋게 나타나지만 가을에 더 좋은 이유는 유량도 많고 오염물질이 하천내 유입이 적어 좋게 나타나는 것으로 판단할 수 있다. BOD는 여름, 겨울, 봄과 차이가 없지만 가을에는 차이가 나타났다. 이는 COD에서와 같은 이유로 판단된다. DO는 수온의 영향을 많이 받는 특성이 있어 대상 하천의 지역적 위치에 의해 용존산소량은 대체로 매우 좋은 결과를 보이는 것으로 판단할 수 있다. TP는 겨울에 비가 오는 날과 유량이 다른 계절에 비해 적고 하천에 유입되는 오염물질은 상대적으로 많아서 TP농도가 나쁘게 나타나는 것으로 판단할 수 있다. TOC는 다른 계절에 비해 가을에 양호한 등급이 나타났으며 그 이유는 겨울과 봄에 비해 유량은 많고 하천에 유입되는 오염물질의 양이 적기 때문에 좋게 나타나는 것으로 판단할 수 있다.

이러한 결과를 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다. 첫째, 친수지구의 수질에 대한 국민적 기대에 부응하기 위해 기존 수질등급 위주의 일반적인 관리체계보다는 친수지구만을 위한 맞춤형 수질관리체계 마련이 필요하다. 둘째, 특히 친수활동이 활발한 시기에는 친수지구에 유입되는 오염원의 집중적 관리와 다양한 수질영향 인자를 기준으로 한 종합적 수질예보 체계가 구축되어야 한다는 결론을 얻었다.

## References

- Article 44 of the River Act (Designation of conservation districts, etc. for the creation of nature-friendly rivers) and Article 13 of the Enforcement Rule (Announcement of Basic River Plans, etc.) Paragraph 5
- Cho YM, Kim SH, Yang JH. 2006. A Study on Emergency Management of Water Contamination Accidents. Seoul Research Institute Policy Task Research report. 2006 (2006): 1-211.
- Heo JW. 2022. A Study on Leisure Behavior using Water-friendly Leisure Facilities before and after the COVID-19 Pandemic. Journal of Korean Island 34(4): 97-114.
- Ji MG, An JY. 2020. A Study on the Environmental Impact Assessment Guidelines for the Location and Creation of Water-friendly Facilities in the River Zone. Basic Research Report of Korea Environment Institute 2020(2020): 1-50.
- Lee HS, Ku TG, Choi SY, Kim YD. 2019. A Study on Waterfront Assessment method using Hydraulic and Water Quality Factors In River. Korea Water Resources Association 2019(2019): 295-295.
- Park SW, Rhee DS, Seong HJ. 2016. Investigation on Current Status of Water Amenity Areas using Drone Images. Korean Society of Civil Engineers 2016(10): 162-162
- River Basic Plan Establishment Guidelines (Announced by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport in 2018)
- Sasada M, Kuroyanagi A, Watanabe H. 2003. Characteristics of visitors' activities at the urban waterfront area and A study on changes of the characteristics of water-familiarization. Japan Antibiotics Res Assoc.

- 568(10): 185-192.
- Seo IW and 17 others. 2014. Development of water quality forecasting methods for protection of river recreation activities (I). Research Results Report, 1-422.
- Seo IW, Choi SY. 2016. Analysis of Water Quality Change by Rainfall Events for Calculation of River Recreational Index in North Han River. Journal of Civil Engineering 2016(10): 141-142.
- Seo MG, Lee DS. 2015. Prediction of demand for riverside waterfront districts considering regional characteristics and monthly changes. Journal of Wetlands Research 17(4): 436-446.