

과업 수행계획서

과 제 명 : 딥러닝 기법을 활용한 4대강 수계 주요
유입지류 수질변화 연구

연구기간 : 2021년 10월 5일~2022년 6월 2일
(계약일로부터 8개월)

주 관 기 관 : 국립환경과학원
용역수행기관 : 서울시립대학교
연구책임자 : 서울시립대학교 차윤경

1. 과업수행 방향 및 방법

1-1. 과업의 목적

- 본 과업에서는 딥러닝 및 조건부확률모델과 기작기반 모델의 융합적 활용을 통해 본류의 수질에 큰 영향을 미치는 유입지류에 대해 외부영향으로 인한 수질 변화 분석을 목적으로 하며, 분석 결과를 바탕으로 중점 관리가 필요한 주요 유입지류 지점 및 지점별 수질항목을 선정하여 지속적인 노력을 통해 축적된 물환경 모니터링 자료의 활용성을 극대화함과 동시에 효율적인 유입지류 수질관리를 위한 가이드라인을 제공하고자 한다 <그림 1-1>.
- 이를 위한 세부 목표는 아래와 같이 3 가지로 구성했다.
 - ✓ 주요 유입지류 장기 수질변화 경향 분석
 - ✓ 평가 모델(딥러닝 모델 활용) 구축을 통한 목표기준 달성도 예측 및 평가
 - ✓ 유입지류 수질변화 주요영향인자 도출



<그림 1-1> 과업의 목적 및 세부목표

1-2. 과업 수행 방법

○ 주요 유입지류 장기 수질변화 경향 분석

- 국내 5대강 수계의 분류 및 지류의 물환경 모니터링 지점에 대한 물리, 화학적 수질항목, 기상, 유량, 유속 등 물 흐름 등 가용 모니터링 자료를 수집한다.
- 수집된 물환경 모니터링 자료를 기반으로 모니터링 지점의 수질 특성 등을 분석, 분석결과를 바탕으로 연구 대상지역을 선정한다.
- 수집된 물환경 모니터링 자료에 대한 기초자료 분석 등을 통해 연구 대상지역에서 강수량 등 기상 변화와 상·하류 등 공간적 차이 등에 따른 수질항목(BOD, T-P, TOC 등)의 현황과 중권역 대표지점에 대해 목표 기준 달성여부 현황을 조사하고 달성여부에 대한 추세 등을 분석한다.

○ 평가 모델 구축을 통한 목표기준 달성도 예측 및 평가

- 연구 대상지역의 수질 특성에 따라 최적 입력변수를 선정하고 가용 자료 현황 및 가용 모델링 기법 등을 검토, 최적 모델을 선정한다.
- SWAT 등 기작모델을 활용하여 딥러닝 및 조건부확률 모델링을 위한 추가 입력자료를 생산한다.
- 모니터링 자료와 추가 입력자료를 활용하여 딥러닝 모델을 구축하고 BOD, T-P, TOC 등에 대한 목표기준 달성도 및 외부영향에 따른 수질변화 등을 예측한다.
- 모니터링 자료와 추가 입력자료를 활용하여 조건부확률 모델을 구축하고 BOD, T-P, TOC 등에 대한 목표기준 달성도 및 외부영향에 따른 수질변화 등을 예측한다.

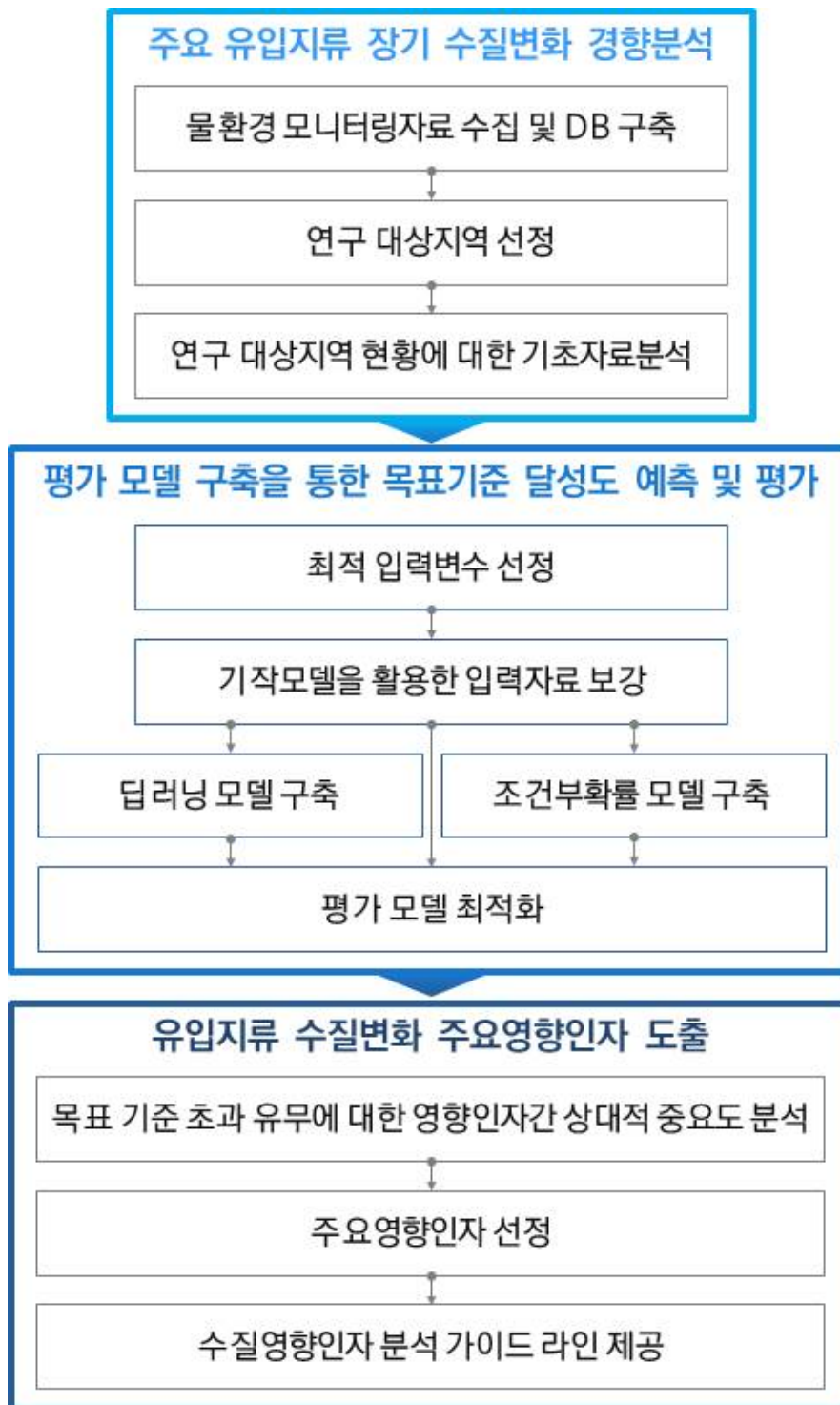
○ 유입지류 수질변화 주요영향인자 도출

- 구축된 딥러닝 모델에 대한 모델 해석 기법 등을 적용하여 연구 대상지역의 주요 수질영향인자를 도출한다.
- 구축된 조건부확률 모델을 활용하여 연구 대상지역의 주요 수질영향인자를 도출한다.
- 주요 수질영향인자 도출을 위한 사용자 매뉴얼 등을 작성한다.

2. 과업내용 및 세부 수행계획

2-1. 과업내용

- 본 연구는 유입지류 수질변화에 대한 주요영향인자 도출을 목적으로 하며, 연구 흐름도는 아래와 같다 <그림 2-1>.

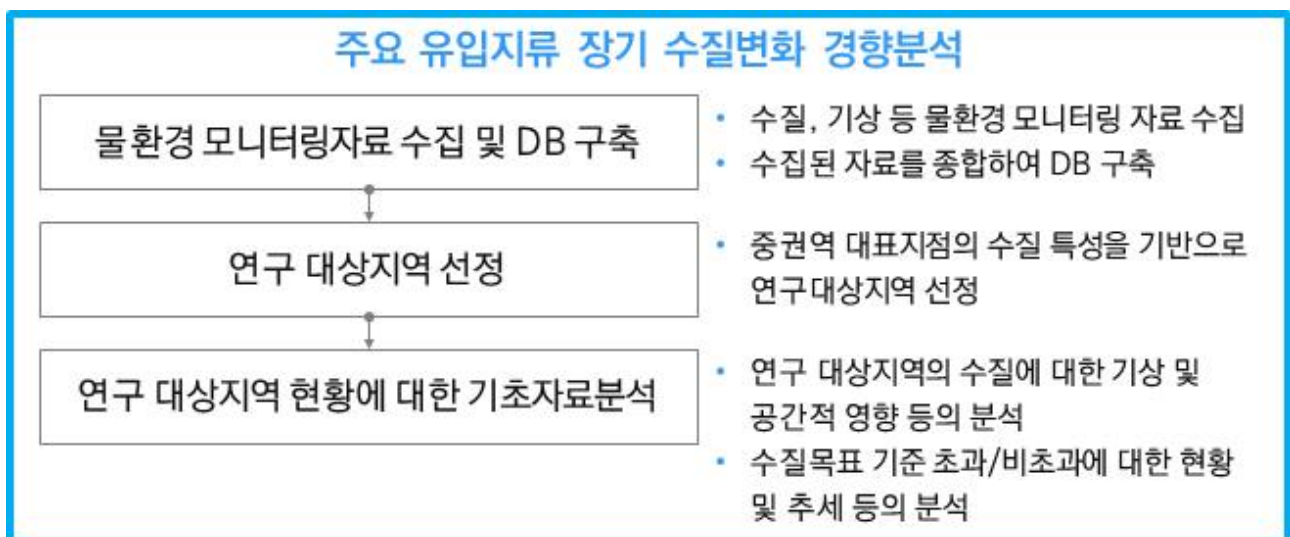


<그림 2-1> 연구 흐름도(안)

2-2. 세부 수행계획

2-2-1 주요 유입지류 장기 수질변화 경향 분석

- 딥러닝 및 조건부확률 모델 구축을 위한 데이터 수집 및 가공, 기초자료분석 단계로 물환경 모니터링자료 수집 및 DB 구축, 연구 대상지역 선정, 연구 대상지역 현황에 대한 기초자료 분석으로 구성한다 <그림 2-2>.
- 물환경 모니터링자료 수집 및 DB 구축 단계에선 가용 모니터링 자료 현황을 파악한 후 모델 구동을 위해 요구되는 자료 및 분석을 위해 필요하다고 판단되는 항목을 수집하여 모델 구축을 위한 DB를 구축한다.
- 예를 들어, SWAT 모델 구동을 위해서는 기상자료와 공간자료가 요구되며, 기상입력 자료로는 일강수량(mm), 최고 및 최저기온(℃), 일평균 풍속(m/s), 상대습도(%), 일사량(MJ/m²)이 사용되며, 공간입력 자료로는 토지피복도, 토양도, 수치고도모델(Digital Elevation Model, DEM)을 필요로 하므로 해당 모니터링 자료를 수집한다.
- 연구 대상지역 선정 단계에선 수집된 DB를 기반으로 유입지류의 중권역 대표지점들의 수질 특성 등을 기반으로 연구 대상지역을 선정한다.
- 연구 대상지역 현황에 대한 기초자료 분석 단계에선 선정된 연구 대상지역에 대해 강수량 등 기상 변화 및 상·하류에 따른 수질 차이 등에 대한 기초자료분석을 수행하고, 중권역 대표지점별 수질목표에 따라 달성/미달성에 대한 현황 및 추세 등을 분석한다.

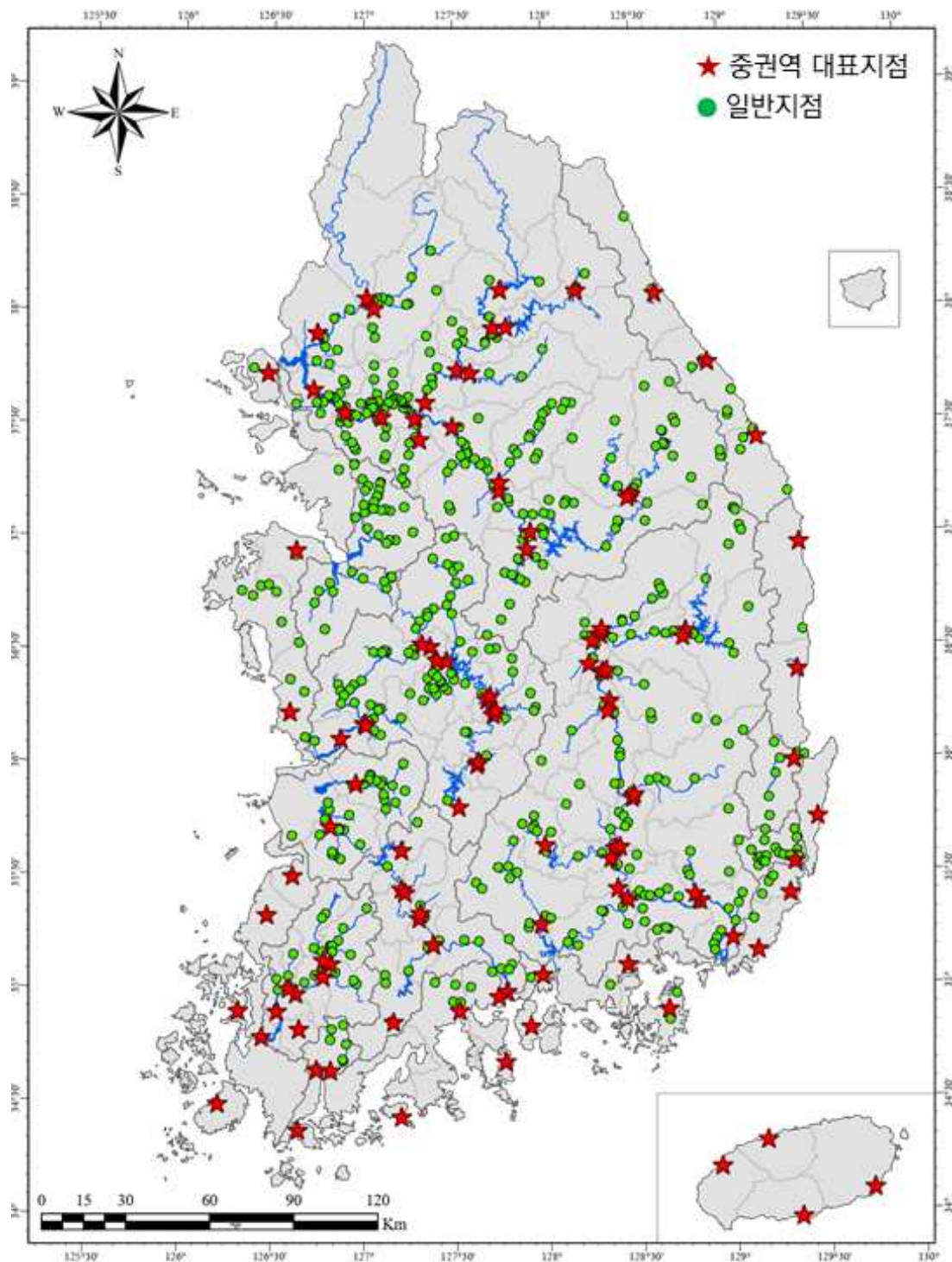


<그림 2-2> 주요 유입지류의 장기 수질변화 경향분석 흐름도(안)

2-2-1-1. 물환경 모니터링 자료 수집 및 DB 구축

✓ 하천 수질 모니터링 현황

- 전국 5대강 수계(한강, 금강, 낙동강, 영산·섬진강) 하천 수질측정망 지점에 대한 모니터링 자료를 검토 및 수집한다 <그림 2-3>.

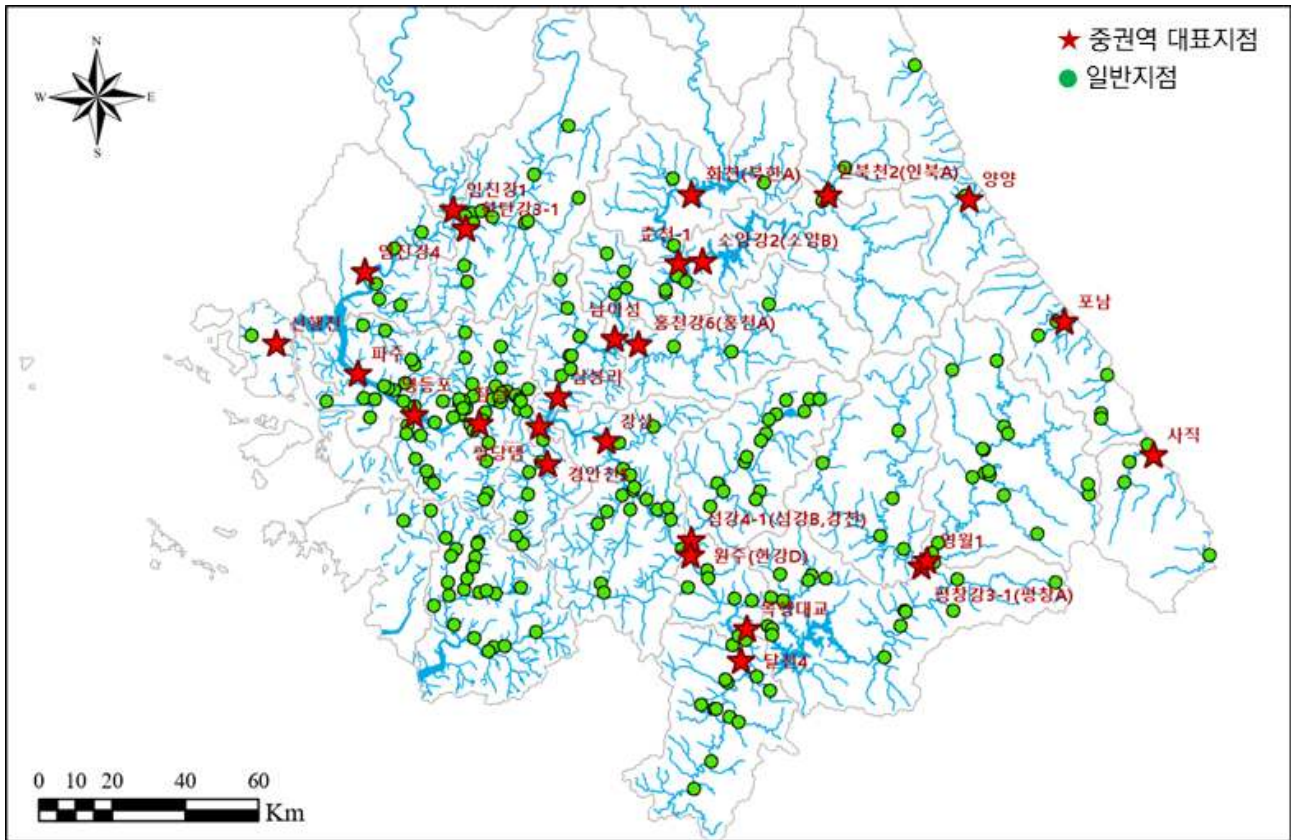


<그림 2-3> 전국 5대강 수계 수질측정망도(2021년도 물환경측정망 운영계획)

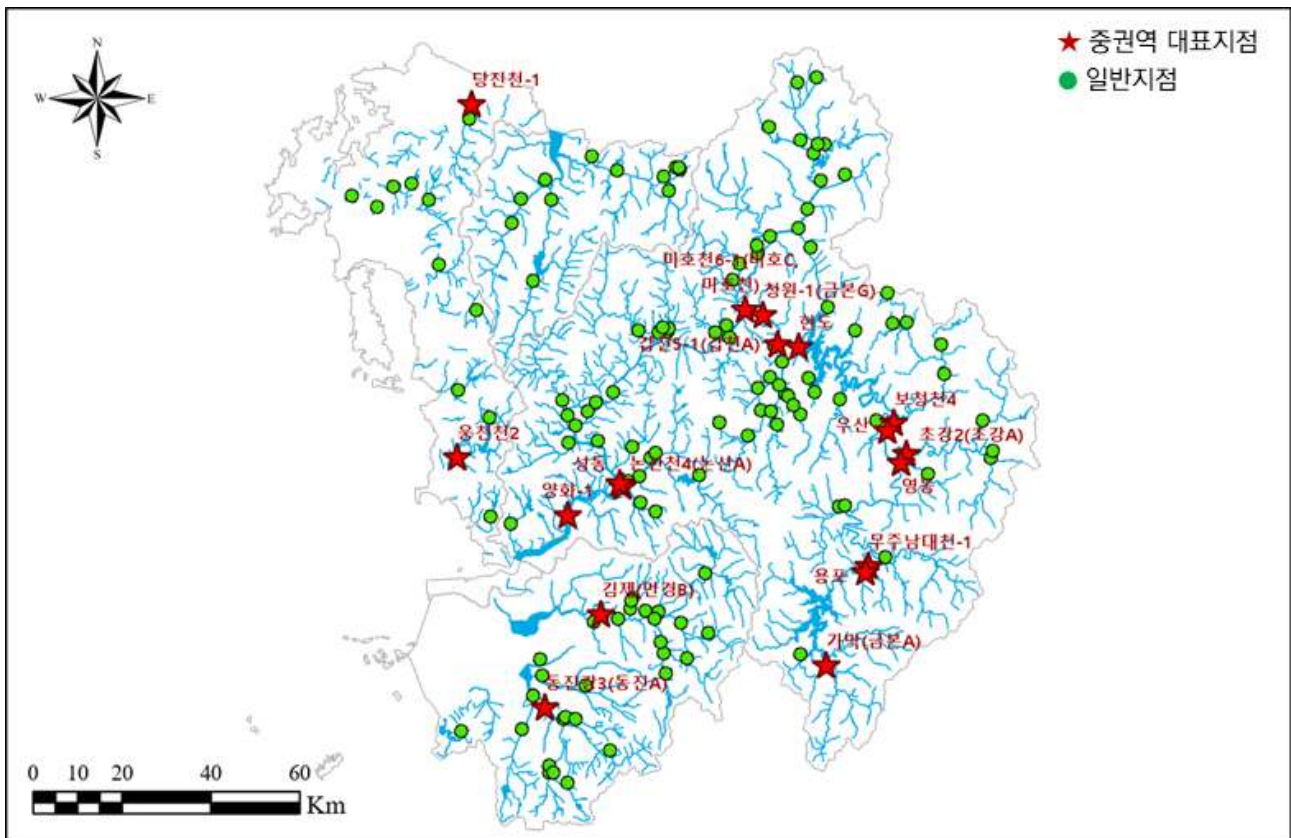
- 2021년 물환경측정망 설치운영계획을 바탕으로 파악한 하천 수질측정망 개소수는 총 688개소이며, 이중 중권역 대표지점은 총 110개소이다 <표 2-1>, <그림 2-4>, <그림 2-5>, <그림 2-6>, <그림 2-7>.
 - 총량측정망 및 호소 수질측정망은 계수에서 제외했다.
 - 총량측정망 중 수질병행 측정지점은 포함하여 계수했다.
- 하천 수질측정망 중 일반지점은 수온(℃), pH, DO(mg/L), BOD(mg/L), COD(mg/L), TOC(mg/L), SS(mg/L), 총질소(mg/L)를 포함한 19개 수질항목에 대해 년 12회 (매월) 측정하고 있으며, Cd(mg/L), CN(mg/L)를 포함한 8개 항목에 대해서는 년 4회 (분기별) 측정하고 있다.
- 하천 수질측정망 중 일반지점은 한강 대권역 234개소, 금강 대권역 129개소, 낙동강 대권역 193개소, 영산·섬진강 대권역 87개소이다.
- 중권역 대표지점 중 본류 지점은 186개소이며, 지류지점은 438개소, 서해, 동해, 남해를 포함한 기타지점은 64개소이다.
- 하천 수질측정망 중 중권역 대표지점은 일반지점과 동일하게 수온(℃), pH, DO(mg/L), BOD(mg/L), COD(mg/L), TOC(mg/L), SS(mg/L), 총질소(mg/L)를 포함한 19개 수질항목에 대해 년 12회 (매월) 측정하고 있으며, Cd(mg/L), CN(mg/L)를 포함한 8개 항목에 대해서는 년 4회 (분기별) 측정하고 있으나, 추가로 사염화탄소(mg/L), 1,2-디클로로에탄(mg/L), 디클로로메탄(mg/L)을 포함한 10개 항목에 대해서는 년 2회 (3월, 9월), PCB와 유기인은 7월에 1회, 디에틸헥실프탈레이트는 10월에 1회 측정한다.
- 하천 수질측정망 중 중권역 대표지점은 한강 대권역 27개소, 금강 대권역 18개소, 낙동강 대권역 32개소, 영산·섬진강 대권역 33개소이다.
- 중권역 대표지점 중 본류 지점은 50개소이며, 지류지점은 37개소, 서해, 동해, 남해를 포함한 기타지점은 23개소이다.

〈표 2-1〉 하천 수질측정망 지점 개소수 및 측정항목(2021년도 물환경측정망 운영계획)

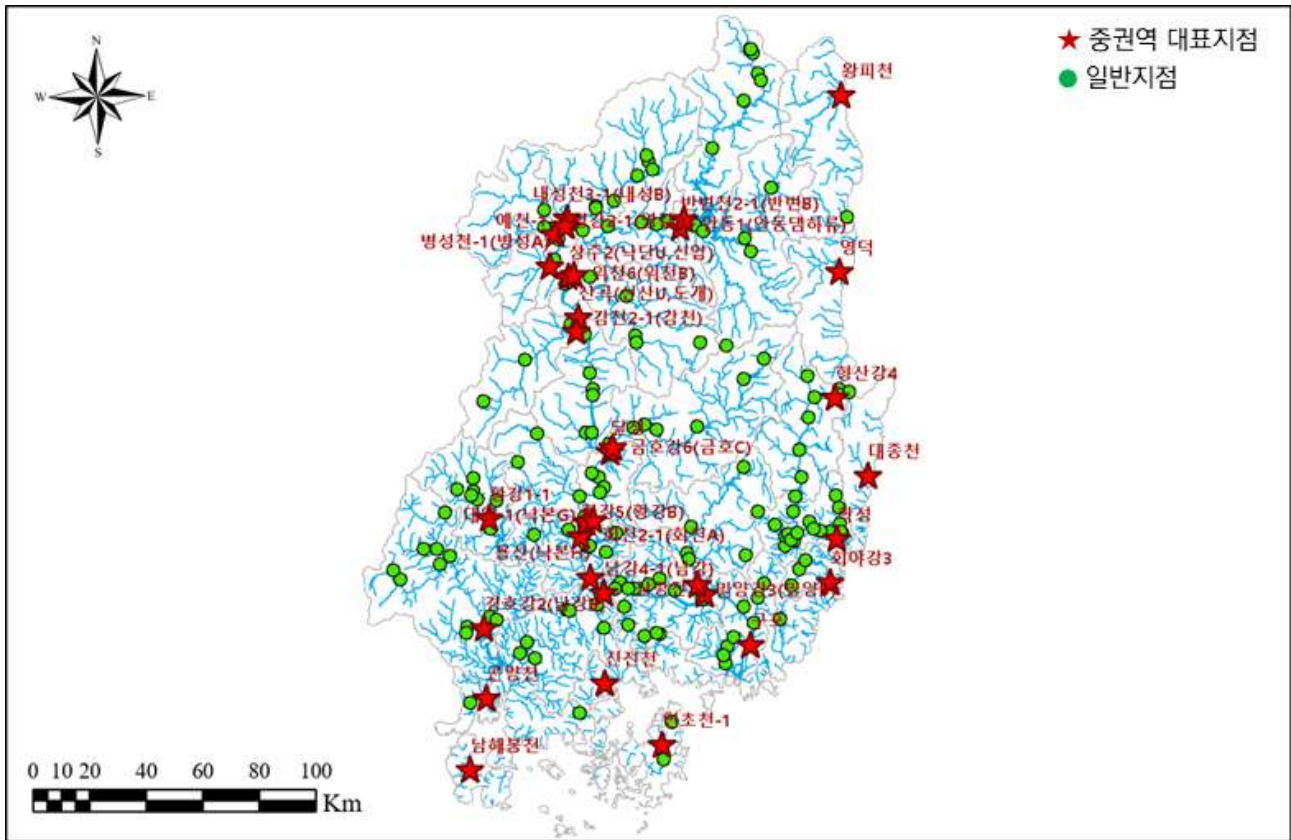
대권역	수계	개소수 (중권역 대표)	측정 항목 및 주기	
한강	남한강	101 (8)	일 반 지 점	[12회/년(매월)] 수온(℃), pH, DO(mg/L), BOD(mg/L), COD(mg/L), TOC(mg/L), SS(mg/L), 총질소(mg/L), DTN(mg/L), NH ₃ -N(mg/L), NO ₃ -N(mg/L), 총인(mg/L), DTP(mg/L), PO ₄ -P(mg/L), 페놀류(mg/L), 분원성대장균군수(분원성대장균군수/100mL), 총대장균군수(총대장균군수/100mL), 전기전도도(μS/cm), 클로로필-a(mg/m ³) [4회/년(3, 6, 9, 12월)] Cd(mg/L), CN(mg/L), Pb(mg/L), Cr ⁶⁺ (mg/L), As(mg/L), Hg(mg/L), Sb(mg/L), ABS(mg/L)
	북한강	33 (7)		
	한강	83 (8)		
	안성천	26 (-)		
	한강동해	14 (3)		
	한강서해	4 (1)		
금강	금강	91 (14)	대 표 지 점	[12회/년(매월)] 수온(℃), pH, DO(mg/L), BOD(mg/L), COD(mg/L), TOC(mg/L), SS(mg/L), 총질소(mg/L), DTN(mg/L), NH ₃ -N(mg/L), NO ₃ -N(mg/L), 총인(mg/L), DTP(mg/L), PO ₄ -P(mg/L), 페놀류(mg/L), 분원성대장균군수(분원성대장균군수/100mL), , 총대장균군수(총대장균군수/100mL), 전기전도도(μS/cm), 클로로필-a(mg/m ³) [4회/년(분기별)] Cd(mg/L), CN(mg/L), Pb(mg/L), Cr ⁶⁺ (mg/L), As(mg/L), Hg(mg/L), Sb(mg/L), ABS(mg/L) [2회/년(3월, 9월)] TCE(mg/L), PCE(mg/L), 사염화탄소(mg/L), 1, 2-디클로로에탄(mg/L), 디클로로메탄(mg/L), 벤젠(mg/L), 클로로포름(mg/L), 1, 4-다이옥세인(mg/L), 포름알데히드(mg/L), 헥사클로로벤젠(mg/L) [1회/년(7월)] PCB(μg/kg), 유기인(mg/L) [1회/년(10월)] 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)(mg/L)
	금강서해	13 (2)		
	만경동진	31 (2)		
	삼교천	12 (-)		
낙동강	낙동강	143 (22)		
	낙동강남해	11 (3)		
	낙동강동해	5 (3)		
	태화강	20 (1)		
	형산강	8 (1)		
	회야수영	6 (2)		
영산· 섬진강	섬진강	26 (9)		
	섬진강남해	13 (7)		
	영산강	32 (8)		
	영산강남해	1 (1)		
	영산강서해	4 (3)		
	제주도	4 (4)		
	탐진강	7 (1)		
계		688 (110)		



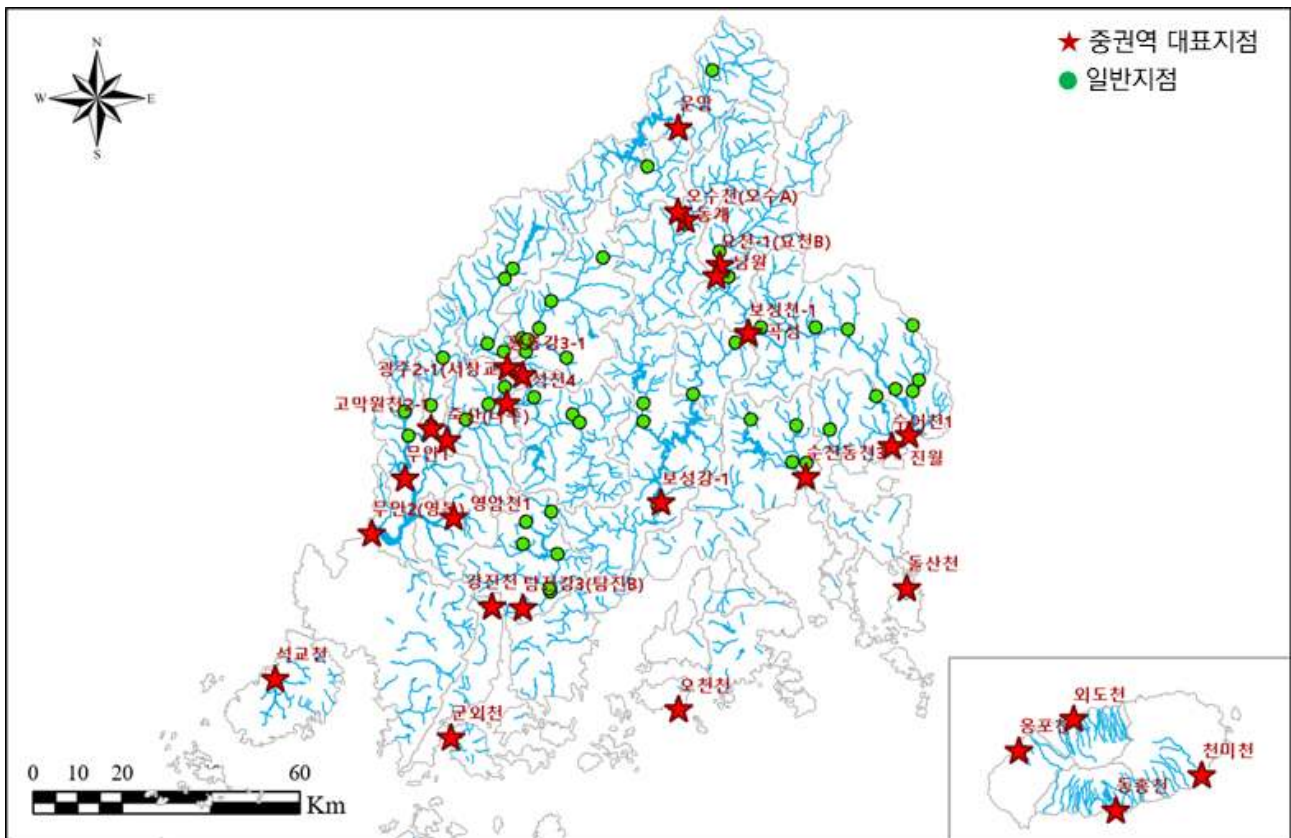
<그림 2-4> 한강 대권역 일반지점 및 중권역 대표지점



<그림 2-5> 금강 대권역 일반지점 및 중권역 대표지점



〈그림 2-6〉 낙동강 대권역 일반지점 및 중권역 대표지점



〈그림 2-7〉 영산·섬진강 대권역 일반지점 및 중권역 대표지점