

과제구분	어젠다	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
농경지 탄소저장 연구 및 농업환경 영향평가		농업환경	'99~	환경농업연구과	안희정
농업용수 수질 변동조사		농업환경	'21~'25	환경농업연구과	정재원
색인용어	농업용수, 수질, 하천수, 지하수				

## ABSTRACT

This study evaluated the water quality fluctuations of agricultural surface water and groundwater in Gyeonggi Province from 2021 to 2025 to provide baseline data for safe crop production and sustainable agricultural water management.

Surface water consistently met agricultural standards for most parameters. Although total nitrogen(T-N) showed a slight increasing trend, the overall levels of heavy metals and other pollutants were below the standard limits. Seasonal variations revealed a slight increase in total organic carbon(TOC) during July, likely due to the temporary influx of non-point source pollution caused by heavy rainfall. Areas with high livestock density showed slightly elevated levels of TOC, T-N, total phosphorus(T-P) and suspended solids(SS) requiring continued monitoring and management.

Groundwater achieved a 100% compliance rate with safety standards from 2021 to 2025. When analyzed by farming type, upland areas showed slightly higher nitrate-nitrogen(NO<sub>3</sub>-N) levels, reflecting soil nutrient leaching caused by rainfall, while greenhouse areas had higher electrical conductivity(EC) and chloride(Cl<sup>-</sup>) levels due to the nature of rain shelter cultivation.

These findings confirm that the agricultural water in Gyeonggi Province is highly safe and in good condition for crop cultivation. Nonetheless, considering the minor fluctuations associated with farming and livestock activities, periodic monitoring and appropriate, environmentally friendly nutrient management are recommended to maintain this good water quality.

**Key words:** Agricultural water, Water quality, Surface water, Groundwater



## 1. 연구목표

농업용수는 작물의 정상적인 생육에 직결되는 요소일 뿐만 아니라, 농산물의 안전성 확보와 농업 생태계 환경보전에 있어서도 중요한 역할을 한다. 그러나, 최근 기후변화 및 농업환경의 다변화로 인해 농업용수의 수질 변동성이 증가하고 있으며(송석호 등, 2023), 특히 비점오염원 증가와 집약적 농업에 따른 수질 악화 우려가 지속적으로 제기되고 있어 안전하고 지속가능한 농업 생산 기반을 유지하기 위해서는 농업용수의 수질을 정기적으로 진단하고 장기적인 변동 특성을 파악하는 것이 매우 중요하다.

농업환경 변동조사는 「친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률 제11조」에 근거하여, 토양과 농업용수 등 농업환경의 건전성을 평가하기 위해 농촌진흥청과 각 도 농업기술원이 참여하여 수행하고 있다(RDA, 2021). 특히 경기도는 수도권 인접지역으로 수도권에 농산물을 공급하는 핵심 생산지이면서도 급격한 도시화, 산업화, 밀집된 축산 활동이 혼재되어 있어, 다양한 환경적 요인이 수질에 복합적인 영향을 미칠 수 있는 지역적 특성을 지니고 있다(김창길 등, 2018).

이에 본 연구는 2021년부터 2025년까지 경기도 내 주요 농업지역의 하천수 및 지하수를 대상으로 수질 변동 특성을 분석하고, 데이터베이스(DB)를 구축하고자 하였다. 이를 통해 오염원별, 영농형태별, 시기별 수질 현황을 평가하여 농업용수의 안전성을 확인하고 향후 지속 가능한 농업용수 관리 방안 및 합리적인 영농정책 수립을 위한 기초자료 제공을 목적으로 한다.

## 2. 재료 및 방법

경기도 농업용수 수질 변동을 조사하기 위해 2021년부터 2025년까지 경기도 내 농업용 하천수 32지점과 지하수 20지점의 수질을 모니터링하였다. 농업용수 조사지점은 경기도 내 주요 농업지역의 수질 환경을 대표할 수 있는 지점으로 선정하였다. 하천수는 가평, 광주, 안성, 양평 등 7개 시·군의 농업용수 취수 하천을 대상으로 하였고, 각 하천수에 영향을 미치는 주된 오염원 특성을 반영하기 위해 영농 밀집지역(19지점), 축산 밀집지역(7지점), 주거 밀집지역(6지점)으로 세분화하였다(표 1). 지하수는 고양, 광주, 남양주, 안성 등 11개 시·군의 농업용 관정을 선정하여 조사하였다. 지하수 수질은 토지이용 및 재배 작물의 특성을 고려하여 논(5지점), 밭(5지점), 시설재배지(10지점)으로 세분화하였다(표 2).

농업용수의 수질은 강우량 등 기상 조건과 영농 주기에 따라 계절적 변동성이 크게 나타나므로, 이러한 시기별 특성을 명확히 반영하기 위해 채취 시기를 나누어 진행하였다. 하천수의 경우 연 3회(4월, 7월, 10월), 지하수의 경우 연 2회(4월, 7월) 수질 시료를 채취하였다.



하천수 조사항목은 농업용수 수질 관리기준 8항목인 수소이온농도(pH), 용존산소(DO), 총유기탄소(TOC), 부유물질(SS), 총인(T-P), 카드뮴(Cd), 비소(As), 납(Pb)을 포함하여 전기전도도(EC), 총질소(T-N), 암모니아성 질소(NH<sub>4</sub>-N), 화학적산소요구량(COD<sub>Mn</sub>) 및 주요 양이온(Ca, K, Mg, Na) 등 기타 8항목을 추가로 조사하였다. 지하수 조사항목은 수질 관리기준 6항목인 수소이온농도(pH), 질산성 질소(NO<sub>3</sub>-N), 염소이온(Cl<sup>-</sup>), 카드뮴(Cd), 비소(As), 납(Pb)과 더불어 전기전도도(EC), 황산이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), 총질소(T-N), 총인(T-P) 및 주요 양이온(Ca, K, Mg, Na) 등 기타 8항목을 함께 분석하였다. 수질 분석 방법은 환경부 수질오염공정시험방법과 농촌진흥청 농업용수 수질분석 실무 매뉴얼에 따라 수행하였다.

표 1. 경기도 하천수 수질조사 대상 32지점

대상하천	오염원	주 소	경 도	위 도
승안천	영농	가평군 가평읍 경반리	127° 29'55.00"E	37° 50'16.80"N
화악천	영농	가평군 북면 목동리	127° 32'44.80"E	37° 53'20.10"N
백둔천	영농	가평군 북면 백둔리	127° 29'47.80"E	37° 53'52.70"N
명지천	영농	가평군 북면 적목리	127° 27'22.90"E	37° 57'57.00"N
삼성천	축산	양평군 용문면 삼성리	127° 33'56.60"E	37° 28'27.50"N
연수천	영농	양평군 용문면 삼성리	127° 35'16.70"E	37° 28'50.10"N
용문천	영농	양평군 용문면 마룻리	127° 36'13.30"E	37° 29'47.30"N
부안천	영농	양평군 단월면 봉상리	127° 39'41.80"E	37° 31'10.90"N
벗고개천	영농	양평군 청운면 가현리	127° 42'09.00"E	37° 32'33.00"N
용두천	영농	양평군 청운면 용두리	127° 42'27.00"E	37° 33'07.00"N
여물천	영농	양평군 청운면 여물리	127° 42'29.10"E	37° 33'19.30"N
방초천	영농	안성시 일죽면 방초리	127° 25'51.20"E	37° 06'44.00"N
죽산천	축산	안성시 죽산면 죽산리	127° 24'53.90"E	37° 04'16.80"N
신흥천	축산	안성시 일죽면 능국리	127° 29'02.40"E	37° 06'08.00"N
장릉천	축산	이천시 설성면 장능리	127° 31'14.40"E	37° 06'51.80"N
제요천	축산	이천시 설성면 제요리	127° 33'12.00"E	37° 06'40.70"N
설성천	영농	이천시 장호원읍 풍계리	127° 37'00.50"E	37° 08'43.30"N
삼승천	영농	여주시 점동면 덕평리	127° 38'53.00"E	37° 10'11.90"N
원두천	영농	이천시 모가면 신갈리	127° 27'28.50"E	37° 12'04.00"N
우산천	주거	광주시 퇴촌면 관음리	127° 20'36.30"E	37° 27'08.40"N
송전천	영농	용인시 처인구 이동읍 덕성리	127° 12'00.30"E	37° 10'21.00"N
통삼천	주거	용인시 처인구 남사읍 봉명리	127° 07'40.40"E	37° 06'50.30"N
봉무천	주거	용인시 처인구 남사읍 봉무리	127° 09'06.60"E	37° 06'42.10"N



대상하천	오염원	주 소	경 도	위 도
완장천	영농	용인시 처인구 남사읍 방아리	127° 09'35.60"E	37° 06'56.00"N
방축천	축산	안성시 양성면 방축리	127° 13'48.00"E	37° 03'36.70"N
곡천	영농	안성시 대덕면 진현리	127° 15'37.40"E	37° 03'54.70"N
도곡천	축산	안성시 양성면 구잠리	127° 12'21.88"E	37° 03'32.81"N
한천	영농	안성시 양성면 필산리	127° 13'30.00"E	37° 03'17.00"N
송말천	영농	이천시 백사면 백우리	127° 31'05.30"E	37° 20'01.40"N
신문천	주거	이천시 증포동	127° 27'33.70"E	37° 17'59.00"N
대대천	주거	용인시 처인구 고림동	127° 13'31.60"E	37° 15'04.00"N
양지천	주거	용인시 처인구 고림동	127° 13'14.60"E	37° 14'04.10"N

표 2. 경기도 지하수 수질조사 대상 20지점

영농형태	주 소	경 도	위 도
논	용인시 처인구 원삼면 두창리	127° 20'14.20"E	37° 09'56.90"N
논	이천시 호법면 주박리	127° 25'12.00"E	37° 12'53.10"N
논	양주시 광적읍 석우리	126° 58'59.70"E	37° 50'15.90"N
논	여주시 북내면 지내리	127° 41'18.50"E	37° 18'48.50"N
논	안성시 미양면 신계리	127° 10'33.20"E	36° 57'54.00"N
밭	남양주시 와부읍 월문리	127° 14'53.40"E	37° 36'10.90"N
밭	안성시 삼죽면 마전리	127° 20'45.00"E	37° 01'51.00"N
밭	양주시 광적면 석우리	126° 58'55.80"E	37° 50'20.50"N
밭	여주시 북내면 지내리	127° 41'26.60"E	37° 18'52.40"N
밭	포천시 군내면 구읍리	127° 13'14.80"E	37° 52'43.80"N
시설	고양시 일산동구 사리현동	127° 50'24.40"E	37° 42'22.20"N
시설	남양주시 조안면 송촌리	127° 19'16.00"E	37° 33'57.60"N
시설	남양주시 조안면 송촌리	127° 19'23.60"E	37° 34'14.90"N
시설	하남시 하산곡동	127° 13'45.00"E	37° 30'24.00"N
시설	이천시 호법면 매곡리	127° 23'26.80"E	37° 12'49.00"N
시설	화성시 기산동	127° 02'31.50"E	37° 13'25.60"N
시설	양주시 남면 매곡리	126° 58'02.20"E	37° 53'29.50"N
시설	화성시 봉담읍 당하리	126° 56'05.10"E	37° 10'58.60"N
시설	광주시 장지동	127° 14'38.90"E	37° 23'22.60"N
시설	포천군 군내면 좌의리	127° 12'53.70"E	37° 52'14.00"N



### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 경기지역 농업용 하천수 수질

2021~2025년 경기도 농업용 하천수의 연도별 주요 수질항목 변동 결과는 표 3과 같다. 항목별로 5년간의 변동을 살펴보면, pH와 전기전도도의 5년 평균은 각각 7.7과 0.26dS/m으로 농업용수 관리기준 내에서 안정적으로 유지되었다. 하천의 수질 척도가 되는 용존산소량은 9.3mg/L로 기준치인 2.0mg/L 이상을 크게 상회하여, 하천생태계가 건강한 상태임을 알 수 있었다. 수질오염의 주요 지표인 총유기탄소와 부유물질은 각각 2.7mg/L, 4.9mg/L로 나타나, 하천수 내 유기물과 탁도 오염도는 낮은 수준으로 나타났다. 총질소는 2021년 2.74mg/L에서 2025년 3.81mg/L로 완만히 증가하는 추세로 나타났으나, 총인은 5년 평균 0.08mg/L로 큰 변동 없이 낮은 수준에서 유지되었다. 중금속은 검출되지 않거나 극히 낮은 농도로 함유되어 있어, 중금속 오염도는 매우 낮은 수준이었다.

표 3. 경기지역 농업용 하천수의 연도별 주요 성분 수질 변화

조사 연도	pH	EC (dS/m)	DO (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
2025	7.7	0.25	9.2	2.4	4.8	2.5	3.81	0.07
2024	7.7	0.24	8.8	2.8	4.5	2.8	3.32	0.08
2023	7.8	0.26	9.8	2.7	6.0	2.5	3.08	0.08
2022	7.6	0.27	9.4	3.0	5.2	2.2	3.04	0.08
2021	7.7	0.27	9.2	2.6	4.2	3.3	2.74	0.07
5년 평균	7.7	0.26	9.3	2.7	4.9	2.7	3.21	0.08
관리기준 <sup>1)</sup>	6.0~8.5	-	2 ≤	≤ 6	≤ 100	≤ 9	-	≤ 0.3

  

조사 연도	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
2025	3.2	21.1	4.5	16.2	0.000	0.00	0.00
2024	3.8	22.3	4.2	15.1	0.000	0.00	0.00
2023	4.4	25.8	5.3	17.3	0.000	0.00	0.00
2022	5.1	26.6	5.5	17.8	0.000	0.00	0.00
2021	5.0	26.3	5.7	18.2	0.000	0.00	0.00
5년 평균	4.3	24.4	5.1	16.9	0.000	0.00	0.00
관리기준	-	-	-	-	≤ 0.005	≤ 0.05	≤ 0.05

<sup>1)</sup> 「환경정책기본법 시행령」 별표 1 하천수 생활환경 “IV등급“(약간나쁨) 기준

2021~2025년 경기도 농업용 하천수의 조사 시기별 수질 변동을 분석한 결과는 표 4와 같다. pH와 EC에서는 시기별 변동이 거의 없이 일정한 수준을 유지하였다. 용존산소량은 수온이 낮은 4월에 평균 10.0mg/L로 가장 높고, 수온이 상승하는 7월에 8.6mg/L로 다소 낮아졌다가, 10월에 9.1mg/L로 다시 회복하는 계절적 변동을 보였다. 총유기탄소는 강우가 집중되는 7월에 하천수로 유입되는 유기물이 증가된 영향으로 다소 높게 나타났다. 이와 관련하여 농촌 유역의 비점오염물질 유출 특성을 분석한 선행 연구(김 등, 2008)에 따르면, 장마철 집중 강우 시 강우 강도와 유출량 증가에 비례하여 농경지 표면의 유기물 등이 하천으로 다량 유입되는 것으로 보고된 바 있다. 부유물질은 4월에 가장 높았는데, 이는 영농준비기인 4월에 경운과 밭거름 시비, 논 물대기 등 영농활동의 영향을 받았기 때문으로 생각된다. 총질소는 7월(2.93mg/L)에 비해 4월(3.13mg/L)과 10월(3.55mg/L)에 상대적으로 높았는데, 이는 강우량이 적어 유량이 감소한 시기에 잔류 영양분이 하천수에 많았기 때문으로 판단된다. 총인과 중금속 3종은 시기별 변화가 거의 없었다.

표 4. 경기지역 농업용 하천수의 시기별 수질 변화

조사 시기	조사 연도	pH	EC (dS/m)	DO (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
4월	2025	7.6	0.28	10.6	2.4	4.1	3.94	0.08	0.000	0.00	0.00
	2024	7.7	0.25	9.0	3.0	7.6	3.37	0.09	0.000	0.00	0.00
	2023	7.6	0.29	10.1	3.2	5.9	2.97	0.11	0.000	0.00	0.00
	2022	7.6	0.27	10.0	2.8	9.0	2.60	0.10	0.000	0.00	0.00
	2021	7.7	0.27	10.3	2.8	4.2	2.78	0.04	0.000	0.00	0.00
	평균	7.6	0.27	10.0	2.8	6.2	3.13	0.08	0.000	0.00	0.00
7월	2025	7.6	0.25	8.6	2.6	6.5	3.98	0.07	0.000	0.00	0.00
	2024	7.7	0.24	8.5	3.0	3.2	2.58	0.08	0.000	0.00	0.00
	2023	8.0	0.24	8.9	3.0	8.1	2.81	0.07	0.000	0.00	0.00
	2022	7.7	0.27	8.7	3.8	3.6	3.06	0.07	0.000	0.00	0.00
	2021	7.7	0.27	8.5	3.3	6.0	2.24	0.08	0.000	0.00	0.00
	평균	7.7	0.25	8.6	3.1	5.5	2.93	0.08	0.000	0.00	0.00
10월	2025	7.8	0.23	8.4	2.4	3.8	3.52	0.07	0.000	0.00	0.00
	2024	7.6	0.23	8.8	2.4	2.6	4.01	0.08	0.001	0.01	0.00
	2023	7.7	0.25	10.2	2.0	4.0	3.56	0.07	0.000	0.00	0.00
	2022	7.6	0.26	9.4	2.4	3.1	3.47	0.05	0.000	0.00	0.00
	2021	7.5	0.27	8.8	1.8	2.3	3.20	0.07	0.000	0.00	0.00
	평균	7.7	0.25	9.1	2.2	3.1	3.55	0.07	0.000	0.00	0.00
관리기준	6.0~8.5	-	2 ≤	≤ 6	≤ 100	-	≤ 0.3	≤ 0.005	≤ 0.05	≤ 0.05	



경기지역 농업용 하천수의 수질을 인근 주요 오염원(영농, 축산, 주거)별로 구분하여 분석한 결과는 표 5와 같다. pH는 오염원과 관계없이 수질 차이가 거의 없었으며, 전기전도도는 영농 지역에서 다소 낮은 편이었다. 총유기탄소, 부유물질, 총질소, 총인산 축산 지역에서 다른 오염원 지역 대비 높은 수치를 보였다. 이는 강우 시 주변 축산 농가나 초지에 적치된 가축분 퇴비 등이 하천으로 유입되는 비점오염원의 영향으로 판단된다. 이와 관련하여 농업용수 비점오염 관리 실태를 분석한 선행 연구(유 등, 2021)에서도 축산 밀집 지역에서 가축분뇨의 부적절한 처리, 하천 인근에서의 가축 사육 등이 비점오염을 발생시킨다는 보고가 있으며, 본 수질 평가에서 확인된 오염원 별 변동 경향과 일치한다. 다만, 오염원별 수치가 다소 차이를 보이더라도 축산 지역을 포함한 모든 조사 지점의 수질이 농업용수 관리 기준을 만족하고 있어 전반적으로 양호한 상태로 판단된다.

표 5. 경기지역 농업용 하천수의 오염원별 수질 변동

오염원	조사연도	pH	EC (dS/m)	DO (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
영농	2025	7.6	0.21	9.0	2.1	4.0	3.73	0.06	0.000	0.00	0.00
	2024	7.6	0.20	9.0	2.6	3.5	3.18	0.07	0.000	0.00	0.00
	2023	7.7	0.22	9.9	2.6	5.4	2.87	0.07	0.000	0.00	0.00
	2022	7.6	0.22	9.6	2.3	3.2	2.96	0.07	0.000	0.00	0.00
	2021	7.6	0.22	9.1	2.0	2.6	2.79	0.05	0.000	0.00	0.00
	평균	7.6	0.21	9.3	2.3	3.8	3.11	0.07	0.000	0.00	0.00
축산	2025	7.8	0.30	9.4	3.4	6.8	4.81	0.12	0.000	0.00	0.00
	2024	7.7	0.29	7.9	3.8	7.0	4.58	0.13	0.000	0.00	0.00
	2023	7.7	0.31	9.2	3.4	6.8	4.35	0.14	0.000	0.00	0.00
	2022	7.7	0.33	9.3	4.7	9.2	4.12	0.12	0.000	0.00	0.00
	2021	7.8	0.32	9.2	3.8	6.7	3.33	0.12	0.000	0.00	0.00
	평균	7.7	0.31	9.0	3.8	7.3	4.24	0.13	0.000	0.00	0.00
주거	2025	7.8	0.32	9.6	2.3	4.9	2.90	0.05	0.000	0.00	0.00
	2024	7.7	0.30	9.1	2.5	4.5	2.29	0.05	0.000	0.00	0.00
	2023	7.9	0.31	9.9	2.5	6.9	2.44	0.06	0.000	0.00	0.00
	2022	7.7	0.33	9.0	3.0	6.6	2.18	0.06	0.000	0.00	0.00
	2021	7.8	0.34	9.5	2.9	5.6	2.03	0.06	0.000	0.00	0.00
	평균	7.8	0.32	9.4	2.7	5.7	2.35	0.05	0.000	0.00	0.00
관리기준	6.0~8.5	-	2 ≤	≤ 6	≤ 100	-	≤ 0.3	≤ 0.005	≤ 0.05	≤ 0.05	

경기지역 농업용 하천수의 수질 관리기준 초과율을 연도별, 시기별로 분석한 결과는 표 6과 같다. 용존산소와 부유물질, 중금속 3종(Cd, As, Pb)은 조사기간 5년 동안 관리기준을 초과한 적이 없었다. 관리기준을 초과한 항목으로는 pH, 총유기탄소, 총인으로 나타났다. pH는 2023년 7월(6.3%), 2025년 4월(9.4%)에 수질기준을 초과하였고, 총유기탄소는 2021년 4월(3.1%), 7월(6.3%), 2022년 4월(12.5%), 7월(15.6%), 2023년 4월(6.3%), 7월(3.1%), 2024년 4월(9.4%), 7월(3.1%), 2025년 4월(3.1%)에서 관리 기준을 초과하였다. 총인은 2021년 4월(3.1%), 7월(3.1%), 2022년 4월(6.3%), 2023년 4월(9.4%), 2024년 10월(6.3%), 2025년 7월(3.1%)에 관리 기준을 초과하였다. 수질기준 초과율은 10월 보다는 4월과 7월에 주로 집중되는 경향을 보였다. 영농 준비기인 4월은 밀거름 사용으로 인해 토양 표면에 영양염류가 풍부한 시기이고, 7월은 장마철 집중 강우가 발생하여 토양 유출수가 많은 시기로, 4월과 7월에 일시적으로 하천수의 양분 수치가 상승한 것으로 보인다.

표 6. 경기지역 연도별 농업용 하천수 수질 관리기준 초과율

조사 연도	조사 시기	pH (%)	DO (%)	TOC (%)	T-P (%)	SS (%)	Cd (%)	As (%)	Pb (%)
2025	4월	9.4	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7월	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	10월	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2024	4월	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7월	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10월	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2023	4월	0.0	0.0	6.3	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	7월	6.3	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10월	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2022	4월	0.0	0.0	12.5	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	7월	0.0	0.0	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10월	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	4월	0.0	0.0	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	7월	0.0	0.0	6.3	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	10월	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



### 나. 경기지역 농업용 지하수 수질

2021~2025년 경기지역 농업용 지하수의 연도별 주요 수질항목 변동 결과는 표 7과 같다. 5년 평균 pH는 6.8(6.7~7.0 범위)로 농업용수 기준(6.0~8.5) 이내에서 큰 변동없이 유지되었다. 전기전도도 또한 평균 0.31dS/m(0.29~0.33dS/m 범위)의 낮은 수치에서 안정적으로 나타났다. 지하수 오염의 핵심 지표로 활용되는 질산성질소는 2021년 4.53mg/L에서 2025년 5.90mg/L로 완만한 상승 곡선을 그렸으나, 5년 평균 5.51 mg/L로 여전히 기준치 대비 약 1/4 수준으로 안전하다고 판단된다. 총질소도 질산성질소와 유사하게 완만한 증가 추세를 보였다. 염소이온 역시 평균 29.4mg/L로 관리기준인 250mg/L를 크게 밑도는 결과를 보였으며, 중금속 3종은 불검출되었다. 경기지역 농업용 지하수의 전반적인 상태는 매우 양호하였으며, 작물 생육에 지장이 없는 안전한 수질을 안정적으로 유지하고 있었다.

표 7. 경기지역 농업용 지하수의 연도별 주요 성분 수질 변화

조사 연도	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
2025	6.8	0.33	5.90	35.0	16.5	6.28	0.03
2024	6.9	0.30	5.95	25.5	15.5	6.53	0.03
2023	7.0	0.31	6.05	26.3	17.6	6.53	0.03
2022	6.8	0.31	5.11	30.9	15.3	5.36	0.03
2021	6.7	0.29	4.53	29.1	17.5	4.86	0.04
5년 평균	6.8	0.31	5.51	29.4	16.5	5.91	0.03
관리기준 <sup>1)</sup>	6.0~8.5	-	≤ 20	≤ 250	-	-	-

  

조사 연도	K <sup>+</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
2025	3.0	27.5	5.9	20.7	0.000	0.00	0.00
2024	3.3	29.4	6.0	18.9	0.000	0.00	0.00
2023	3.2	31.3	6.6	20.5	0.000	0.00	0.00
2022	2.6	30.6	6.3	19.7	0.000	0.00	0.00
2021	2.7	30.4	6.3	19.2	0.000	0.00	0.00
5년 평균	2.9	29.9	6.2	19.8	0.000	0.00	0.00
관리기준	-	-	-	-	≤ 0.01	≤ 0.05	≤ 0.1

<sup>1)</sup> 「지하수법 시행규칙」 별표 9 지하수의 수질기준

2021~2025년 경기지역 농업용 지하수의 수질을 영농형태(논, 밭, 시설재배지)별로 구분하여 분석한 결과는 표 8과 같다. pH는 논 6.8, 밭 6.8, 시설 6.9로 영농형태와 무관하게 중성 부근을 안정적으로 유지하였다. 지하수 내 질산성질소는 밭 지역이 평균 7.46mg/L로 가장 높았으며, 논 5.29mg/L, 시설 4.64mg/L 순으로 나타났다. 밭 지역이 타 영농형태에 비해 상대적으로 다소 높게 관찰되었으나, 3개 지역 모두 관리기준인 20mg/L 이하로 안전한 수준이었다. 이는 밭 토양이 강우에 직접 노출되어 있고, 논처럼 물을 가두어 두지 않는 재배적 특성상, 표토에 시용된 질소질 비료의 일부가 빗물과 함께 토양 하부로 용탈되기 쉬운 환경적 요인이 반영된 것으로 판단된다. 한편, 시설재배지에서는 전기전도도와 염소이온이 다소 높게 나타났는데, 이는 경기지역 시설재배지 토양의 전기전도도가 높다는 점을 고려할 때, 토양 내 잔류 염류가 장기간에 걸쳐 지하수로 이동한 현상으로 보인다.

표 8. 경기지역 농업용 지하수의 영농형태별 주요 성분 수질 변화

영농 형태	조사 연도	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	T-P (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
논	2025	6.7	0.29	6.06	25.2	23.0	0.04	0.00	0.001	0.00
	2024	6.8	0.29	6.64	21.2	22.5	0.05	0.00	0.001	0.00
	2023	6.9	0.31	5.95	24.3	23.7	0.06	0.00	0.001	0.00
	2022	6.9	0.28	3.76	32.2	16.0	0.05	0.00	0.000	0.00
	2021	6.7	0.30	4.06	30.8	20.1	0.06	0.00	0.000	0.00
	논평균	6.8	0.29	5.29	26.8	21.1	0.05	0.00	0.000	0.00
밭	2025	6.9	0.27	8.01	17.8	14.7	0.03	0.00	0.000	0.00
	2024	7.0	0.24	7.52	14.2	10.8	0.03	0.00	0.001	0.00
	2023	6.9	0.25	7.92	12.5	15.0	0.03	0.00	0.000	0.00
	2022	6.6	0.26	8.04	17.7	16.2	0.03	0.00	0.000	0.00
	2021	6.6	0.20	5.85	13.1	15.0	0.03	0.00	0.000	0.00
	밭평균	6.8	0.24	7.46	15.1	14.3	0.03	0.00	0.000	0.00
시설	2025	6.9	0.37	4.76	48.5	14.3	0.02	0.00	0.001	0.00
	2024	7.0	0.33	4.83	33.3	14.3	0.02	0.00	0.000	0.00
	2023	7.0	0.34	5.17	34.2	15.8	0.02	0.00	0.001	0.00
	2022	6.9	0.34	4.33	36.8	14.5	0.02	0.00	0.000	0.00
	2021	6.7	0.34	4.10	36.2	17.5	0.03	0.00	0.000	0.00
	시설평균	6.9	0.34	4.64	37.8	15.3	0.02	0.00	0.000	0.00
관리기준	6.0~8.5	-	≤ 20	≤ 250	-	-	≤ 0.01	≤ 0.05	≤ 0.1	



2021~2025년 경기지역 농업용 지하수의 수질을 조사 시기(4월, 7월)로 구분하여 분석한 결과는 표 9와 같다. pH, 전기전도도, 총인 항목에서는 4월과 7월의 수치 차이가 거의 없었다. 염소이온은 4월 평균 30.9mg/L, 7월 평균 27.8mg/L로 4월에 소폭 상승하였다. 질산성질소와 황산이온은 각각 4월 평균 5.41mg/L, 15.9mg/L, 7월 평균 5.60mg/L, 17.0mg/L로 7월에 다소 높았다. 앞서 하천수의 조사 결과에서는 계절에 따른 뚜렷한 변동성을 보인 항목이 있었으나, 지하수에서는 그러한 뚜렷한 변동은 보이지 않고 시기별 변동 폭이 미미하게 나타났다. 이는 지하수가 토양층의 자연적인 여과 작용을 거쳐 형성되며, 계절적 기온 변화나 단기적인 강우 사상 등 외부 변화로부터 완충능력이 있음을 의미한다.

표 9. 경기지역 농업용 지하수의 시기별 주요 성분 수질 변화

조사 시기	조사 연도	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	T-P (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)
4월	2025	6.9	0.33	6.01	38.6	16.6	0.03	0.000	0.00	0.00
	2024	6.9	0.29	6.04	26.1	15.1	0.03	0.000	0.00	0.00
	2023	7.0	0.32	5.72	26.4	17.1	0.02	0.000	0.00	0.00
	2022	6.7	0.30	4.95	32.8	15.3	0.04	0.000	0.00	0.00
	2021	6.7	0.30	4.33	30.6	15.5	0.04	0.000	0.00	0.00
	평균	6.9	0.31	5.41	30.9	15.9	0.03	0.000	0.00	0.00
7월	2025	6.7	0.32	5.78	31.4	16.4	0.03	0.000	0.00	0.00
	2024	6.9	0.30	5.87	24.9	15.8	0.03	0.000	0.00	0.00
	2023	7.0	0.30	6.38	26.2	18.1	0.04	0.000	0.00	0.00
	2022	6.9	0.32	5.28	28.9	15.3	0.03	0.000	0.00	0.00
	2021	6.7	0.29	4.72	27.6	19.6	0.03	0.000	0.00	0.00
	평균	6.8	0.31	5.60	27.8	17.0	0.03	0.000	0.00	0.00
관리기준	6.0~8.5	-	≤20	≤250	-	-	≤0.01	≤0.05	≤0.1	

2021~2025년 경기지역 농업용 지하수의 수질 관리기준 초과율을 분석한 결과, 5년 동안의 총 10회 조사에서 pH, NO<sub>3</sub>-N, Cl<sup>-</sup>, Cd, As, Pb 모두 관리기준을 초과한 지점은 없었다.



## 4. 적요

본 연구는 경기지역 농업용수(하천수 및 지하수)의 연도별, 시기별, 오염원별 수질 및 중금속 변동 특성을 분석하여, 농업용수로서의 적합성을 평가하고, 지속가능한 수자원 관리 방안을 제시하고자 수행하였다.

- 가. 하천수는 전반적으로 양호한 수질을 유지하였으나, 총질소는 점진적으로 증가하는 경향을 보였다.
- 나. 하천수의 용존산소량은 수온에 따라 변동하는 계절성 패턴을 보였고, 총유기탄소는 집중 강우기인 7월에 다소 증가하는 특성을 나타냈다.
- 다. 오염원별 하천수 수질 분석 결과, 축산지역에서 총유기탄소, 총질소, 총인 및 부유물질이 높게 나타나 축산활동이 수질에 미치는 영향이 큰 것으로 확인되었다.
- 라. 하천수 일부 지점에서 pH, 총유기탄소, 총인이 수질 관리기준을 초과하였고, 4월과 7월에 주로 초과하였다.
- 마. 지하수는 전반적으로 안정적인 수질을 유지하였으나, 질산성질소 및 총질소가 증가하는 경향으로 나타났다.
- 바. 영농형태별 지하수 분석 결과는 밭에서 질산성질소가 높았고, 시설재배지에서 전기전도도와 염소이온이 상대적으로 높은 값을 보였다.
- 사. 지하수의 계절성 변화는 하천수에 비해 적은 편으로 나타났다.
- 아. 하천수 및 지하수 모두 중금속 농도는 기준 이하로 나타나 안전한 수준으로 평가되었다.

## 5. 인용문헌

- 김진호, 한국현, 이종식. 2008. 농촌유역의 강우사상별 농업 비점원오염물질 유출특성. 한국물환경학회지, 24(1), 69-77.
- 농촌진흥청. 2021. 농업환경자원변동평가(4년 1주기, 5차사업)
- 송석호, 이주형, 박달주, 이명원, 2023. 농업용수 기후변화 취약성 평가 및 농업생산 기반시설 기후위기 적응대책에 대한 연구. 한국기후변화학회지. 14(6-2), 1005-1011.
- 유찬희, 최진용, 김원경, 김주미, 정재운. 2021. 농업용수 비점오염 관리 실태와 개선 방향. 한국농촌경제연구원.



## 6. 연구결과 활용제목

- 수질변동에 따른 시비기술 및 교육자료 활용(영농활용, 2021년)
- 농업용수 수질변동에 따른 시비기술 및 교육자료 활용(영농활용, 2022년)
- 농업용수 수질변동 현황에 따른 농업인 교육자료 활용(영농활용, 2023, 2024, 2025년)

## 7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도				
						21	22	23	24	25
농업용수 수질 변동조사	책임자	환경농업 연구과	농업연구사	정재원	세부과제 총괄	○	○	○	○	○
	공동연구자	〃	농업연구사	장재은	자료 정리	-	-	-	-	○
	〃	〃	〃	주옥정	자료 정리	○	○	○	○	-
	〃	〃	〃	서재순	자료 정리	-	-	-	-	○
	〃	〃	〃	이정혜	자료 정리	-	○	○	○	-
	〃	〃	〃	안희정	자료 정리	-	-	○	○	○
	〃	〃	〃	김조은	자료 정리	○	○	-	-	-
	〃	〃	농업연구관	노안성	성적 검토	○	○	-	-	-
	〃	〃	〃	소호섭	성적 검토	○	○	○	○	○
	〃	〃	〃	이영순	연구자문	○	-	-	-	-
〃	〃	〃	박중수	연구자문	-	○	○	○	○	