

충남 안성천수계 수질오염 영향분석 연구

김 홍 수

충남연구원 물환경연구센터장

adonis@cni.re.kr

조 병 옥

충남연구원 물환경연구센터 전임연구원

evan38@cni.re.kr

본 연구는 충남 안성천수계의 기초자료 구축, 오염원인 및 배출특성 분석, 모니터링 방안, 수질개선 계획 수립 등 정책 방향을 제시하는데 목적이 있음

CONTENTS

1. 연구배경 및 목적
2. 안성천수계 현황 및 실태조사
3. 오염원인 및 배출특성 분석
4. 결론 및 정책제언

요약

- 충남 안성천수계는 그동안 물관리 정책추진이 미흡했던 유역으로 수질오염 영향을 체계적이고 과학적으로 분석하여 적절한 수질보전 및 개선대책 마련 필요
- 본 연구를 통하여 안성천수계의 실태조사 및 기초자료 확보, 오염원인 분석, 수질개선대책 및 체계적인 관리방안 등 우리도 대응방안을 마련하고자 함
- 안성천수계 내 오염도가 가장 높은 하천은 성환천으로 인구밀집, 가축사육의 증가 및 대지화에 따른 비점오염원의 영향으로 BOD기준 VI등급(매우나쁨)의 수질상태를 나타내는 것으로 조사됨
- 안성천 유입하천 중 입장천을 제외한 성환천, 둔포천, 신언천, 아산천은 III등급(보통) 이상의 수질상태를 보이고 있으며, 해당 하천의 오염원인은 축산계의 영향이 가장 큰 것으로 나타남
- 이에 대한 수질개선 대책 및 방안으로 가축분뇨 공공처리시설 신증설, 공공하수처리시설 설치 및 관거정비, 하수처리시설 방류수 재이용, 생태하천 복원, 비점오염저감시설 설치(생태습지 조성 등), 모니터링 확대 등을 제시함

01 연구배경 및 목적

1. 배경 및 필요성

- 경기도의 “진위·안성천 및 평택호수계 수질개선 종합대책 수립”과 관련하여 해당 수계에 포함되는 자치단체 전체에 대한 수질개선 종합대책 마련을 추진하고 있으며, 충남의 천안시, 아산시가 안성천수계에 포함되어 있음
- 그동안 안성천수계에 포함되는 천안시, 아산시는 주요 수질관리 정책 및 대책마련이 미흡했던 유역이며, 경기도의 수질오염 기여도 분석 등에 대한 도차원의 대응방안 마련을 위한 조사 및 연구가 필요한 실정임
- 따라서 안성천수계(천안, 아산)의 수질오염 영향을 체계적이고 과학적으로 분석하여 적절한 수질보전 및 개선대책을 마련하고자 함

2. 연구방법 및 목적

- 본 연구의 목적은 경기도의 ‘진위·안성천 및 평택호수계 수질개선 종합대책 수립’에 따른 충청남도 대응방안 마련을 위하여 충남 안성천수계의 기초자료 구축, 오염원인 및 배출특성분석, 모니터링 방안, 수질개선 계획 수립 등 정책방향 제시

3. 연구내용

○ 대상지역 : 충남 안성천수계(천안시, 아산시 일부)



○ 안성천수계 행정구역 및 지류하천별 유역 세분화

○ 안성천수계의 환경특성 및 오염원 조사

- 유역현황, 하천환경, 물이용 현황, 수생태계 현황 등 조사
- 수질현황(기존 측정망 현황, 수질변화 분석)
- 오염원 그룹별(생활, 축산, 산업, 토지, 매립, 양식) 및 환경기초시설 현황 조사
- 오염부하량 산정 및 분석

- 안성천수계 유입하천 유량 및 수질조사
- 오염물질 배출특성 분석 및 개선방안 마련
 - 유입하천 수질·유량, 오염원 분포, 오염부하량 배출특성 등 분석
 - 오염원인 분석을 통한 지류하천 수질개선 방안 마련
- 수질개선 대책 및 충청남도 대응방안 도출

02

안성천수계 현황 및 실태조사

1. 안성천유역 일반현황

○ 행정적 위치

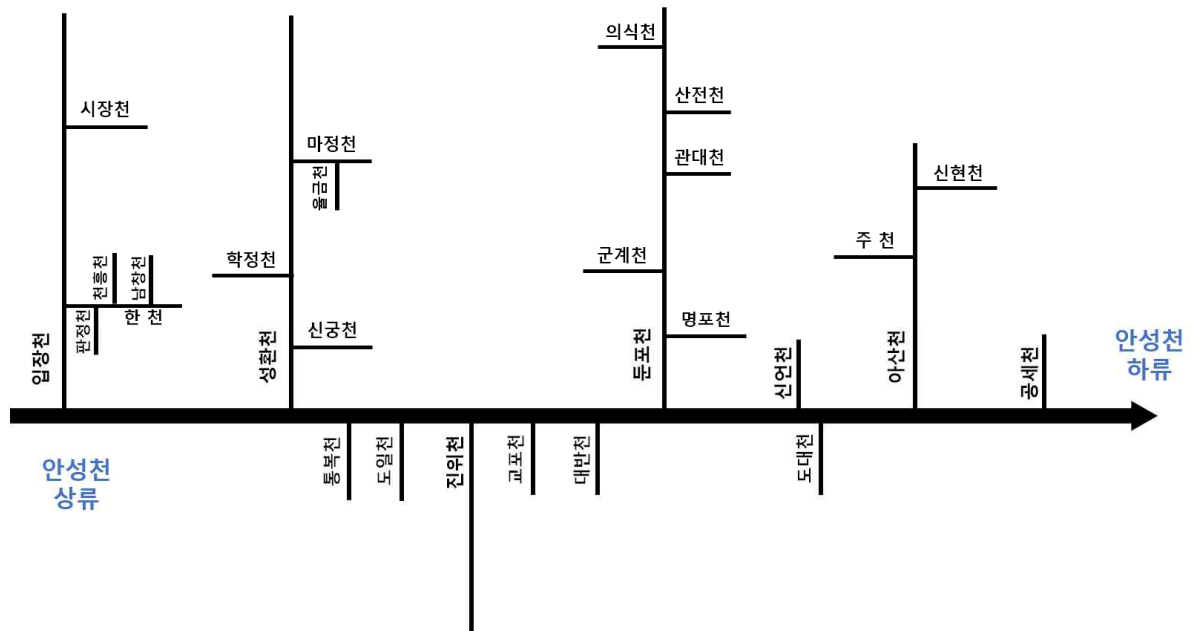
- 천안시 동지역, 성환읍, 성거읍, 입장면, 직산면, 아산시 염치읍, 둔포면, 영인면, 인주면, 음봉면 일부

○ 안성천유역 현황

- 유역면적 : 301.5km² (충남 전체의 3.7%)
- 수계영향권 : 안성천 중권역(둔포천 소권역, 아산방조제 소권역, 성환천 소권역, 입장천 소권역, 청룡천 소권역, 평택수위표)
- 유역 내 지류하천(지방하천) : 입장천, 성환천, 둔포천, 신언천, 아산천, 공세천



[그림 1] 수계현황도

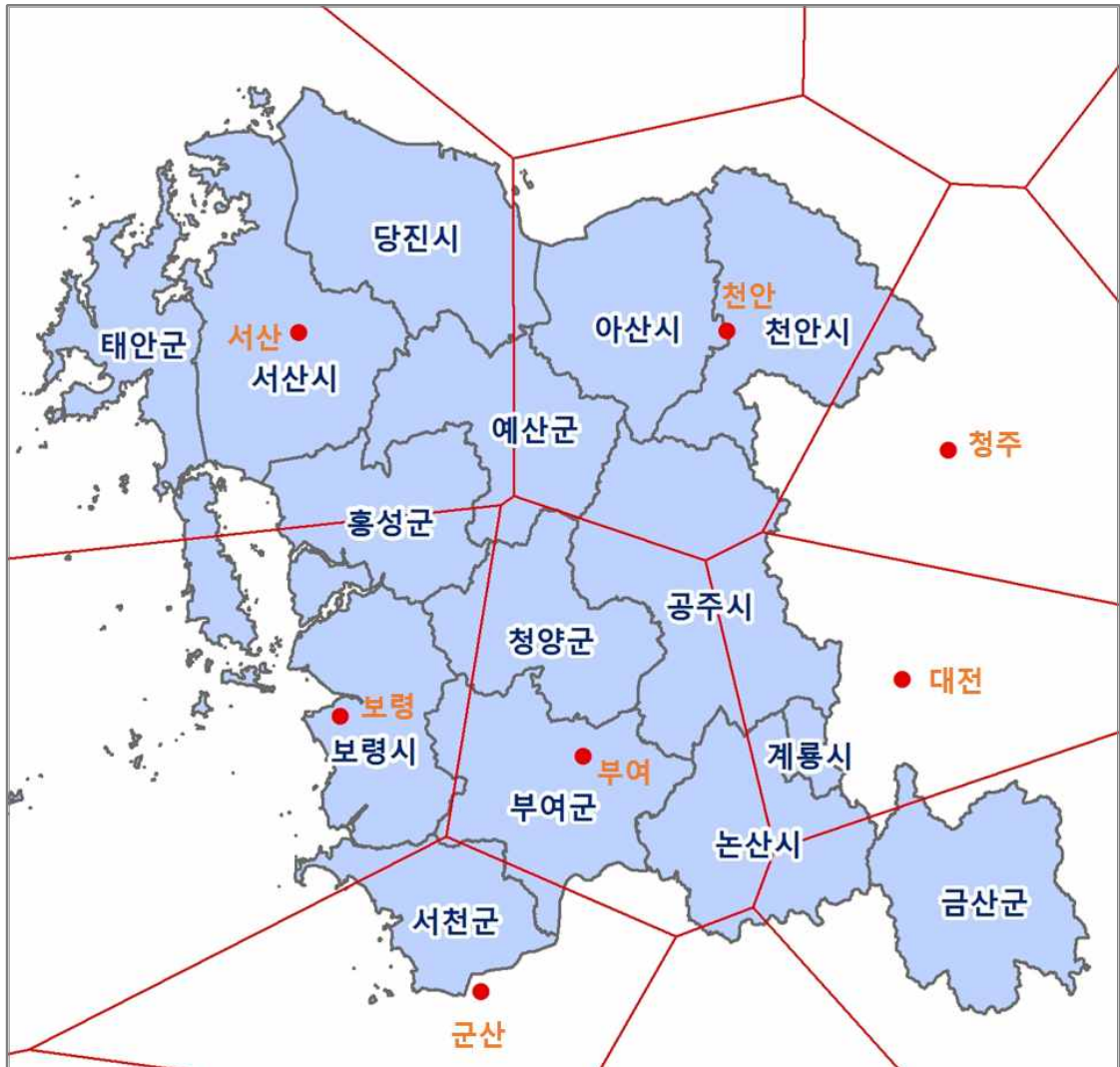


수계	지류하천	유역면적 (km ²)	소유역	비고
안성천	입장천	83.950	3	
	성환천	79.372	5	
	둔포천	70.942	7	
	신언천	21.150	1	
	아산천	34.567	3	
	공세천	3.811	1	
	아산호 본류	7.673	3	
합계		301.466	23	



[그림 3] 소유역 구분현황

- 오염부하량 산정시 강우에 따른 강우배출비를 산정하기 위하여 안성천유역과 관련 있는 기상관측소를 ArcGIS를 이용하여 Thiessen 분석을 실시하였으며, 안성천유역과 관련된 기상관측소는 천안기상관측소로 나타났음



[그림 4] 안성천유역 해당 기상관측소

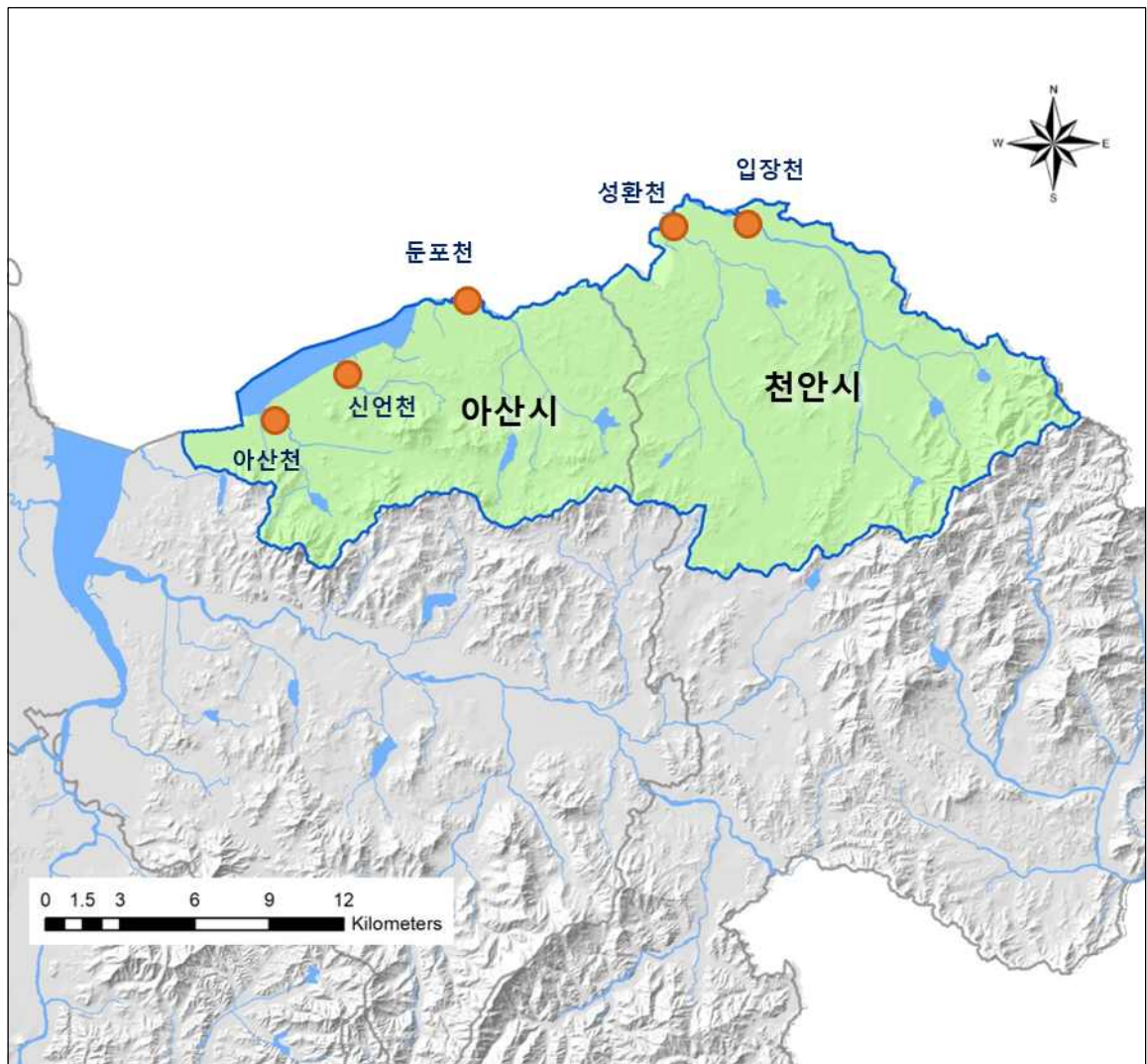
3. 안성천 유입하천 현황조사

○ 안성천 유입하천 현황

하천명	지방하천/ 소하천	하 천 구 간		하천연장 (km)	비고
		기점 위치	종점 위치		
입장천	지방하천	천안 입장 기노리 504	천안 성환 안성천(국가) 합류점	16.10	
성환천	지방하천	천안 업성 신당 경부선 철교	천안 성환 안성천(국가) 합류점	16.00	
둔포천	지방하천	아산 음봉 쌍용리 65	안성천(국가) 합류점 (경기, 충남도계)	7.80	
신언천	지방하천	아산 신봉 창룡리	안성천(국가) 합류점	7.99	
아산천	지방하천	아산 391, 387답	안성천(국가) 합류점	8.93	
공세천	지방하천	아산 공세70답, 196답	안성천(국가) 합류점	2.60	

○ 안성천수계 수질측정망

- 현재 충청남도에서는 4대수계(금강, 삽교호, 서해, 안성천) 주요하천에 163개소에 대한 유량 및 수질 모니터링을 실시하고 있으며, 이를 통한 물환경 관리 데이터 구축 및 정책수립에 기초자료로 활용하고 있음
- 조사대상 : 안성천수계 유입하천 5개소
- 조사횟수 : 총 12회/년 (월1회)
- 조사항목 : 유량 및 수질 6개 항목(BOD, COD, SS, T-N, T-P, TOC)



[그림 5] 충청남도 수질측정망(안성천수계)

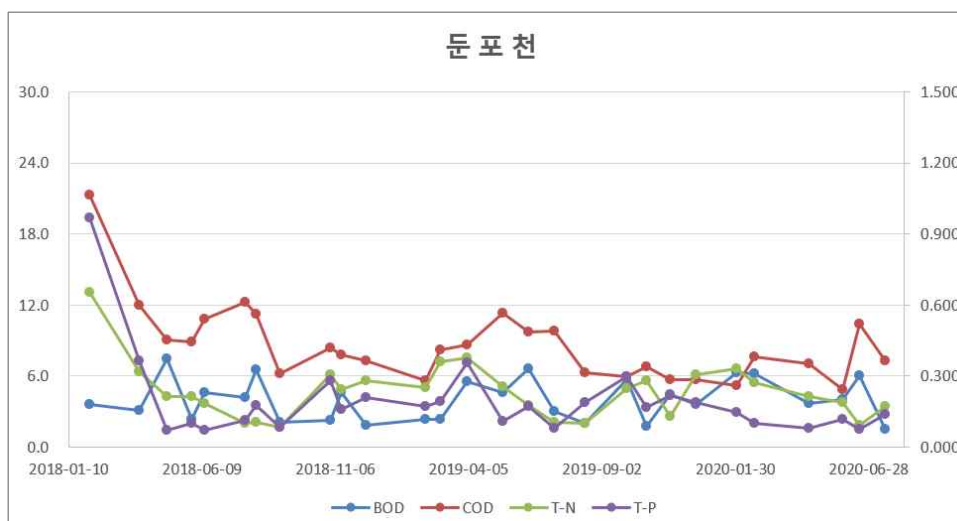
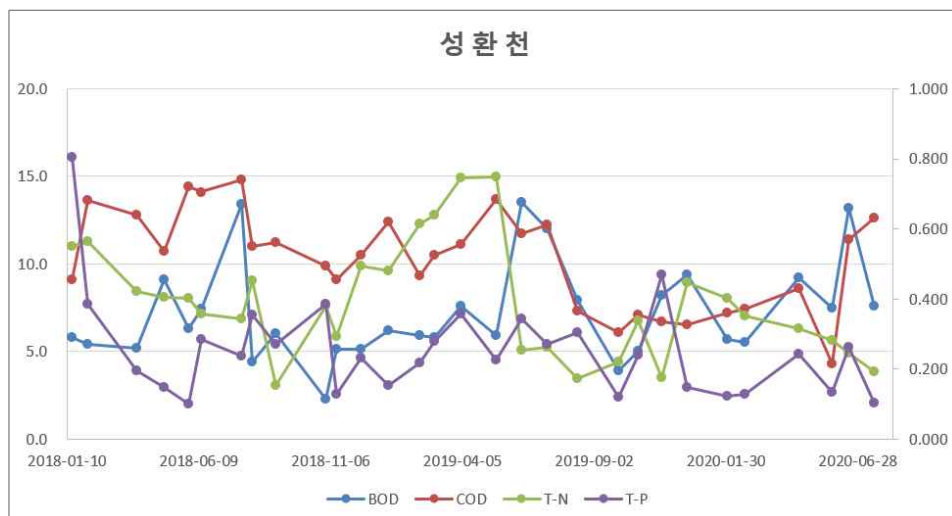
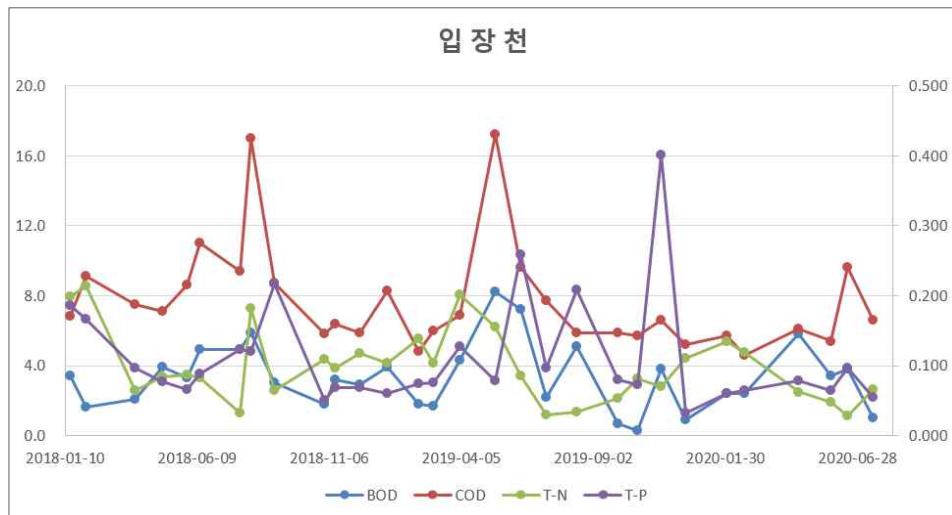
하천명	행정구역	측정지점	비고
입장천	천안시 성환읍 안궁리	안성천 유입전	
성환천	천안시 성환읍 안궁리	안성천 유입전	
둔포천	아산시 둔포면 신남리	안성천 유입전	
신연천	아산시 영인면 구성리	안성천 유입전	
아산천	아산시 인주면 모원리	안성천 유입전	

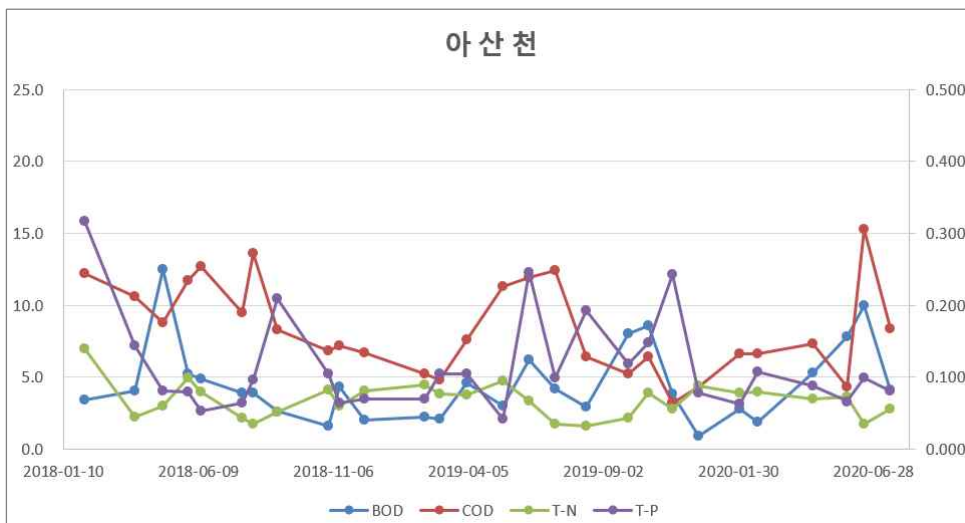
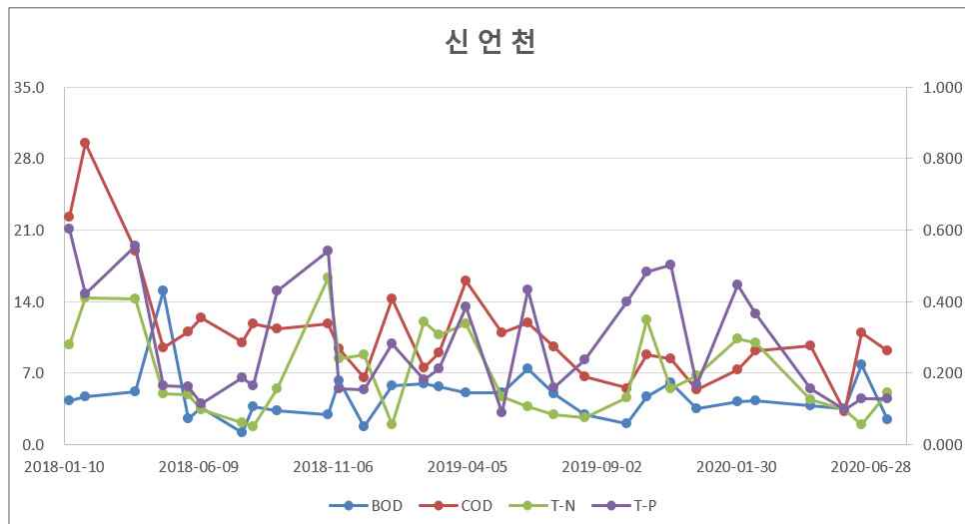
○ 안성천 유입하천 측정망 운영결과(유량 및 수질)

- 2018년 1월부터 2020년 7월까지 안성천 유입하천(5개소)에 대한 측정결과는 아래 표와 같음
- 충청남도 측정망 모니터링 결과 하천 생활환경기준 BOD는 Ⅲ등급(보통) ~ V등급(나쁨)으로 나타났으며, 안성천 유입하천 중 성환천이 Ⅳ등급 이상으로 가장 높게 나타난 것으로 조사됨
- T-P 항목의 경우 Ⅲ등급(보통) ~ V등급(나쁨)의 수질상태를 나타나고 있는 것으로 조사되었으며, 신언천이 Ⅳ등급 이상으로 수질이 높은 것으로 조사됨

측정 년도	하천명	유량 (m ³ /s)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	TOC (mg/L)	평가등급	
									BOD	T-P
2018	입장천	0.734	3.4	8.6	10.1	4.436	0.111	4.8	Ⅲ	Ⅲ
	성환천	0.559	6.3	11.8	18.4	8.020	0.293	6.7	Ⅳ	Ⅳ
	둔포천	1.531	3.9	10.5	16.3	4.888	0.235	5.5	Ⅲ	Ⅳ
	신언천	0.165	4.5	13.7	27.3	7.864	0.304	8.9	Ⅲ	V
	아산천	0.243	4.4	9.8	17.2	3.503	0.116	5.7	Ⅲ	Ⅲ
2019	입장천	0.380	3.3	7.5	16.5	3.879	0.131	4.8	Ⅲ	Ⅲ
	성환천	0.678	7.6	9.6	33.1	8.492	0.261	6.2	Ⅳ	Ⅳ
	둔포천	0.953	3.8	7.6	21.8	4.688	0.194	5.2	Ⅲ	Ⅲ
	신언천	0.074	4.9	9.5	21.3	6.607	0.294	6.5	Ⅲ	Ⅳ
	아산천	0.376	4.2	7.2	28.9	3.326	0.131	5.4	Ⅲ	Ⅲ
2020	입장천	0.385	3.1	6.3	10.8	3.044	0.070	4.1	Ⅲ	Ⅱ
	성환천	0.576	8.1	8.6	19.9	5.952	0.165	5.3	V	Ⅲ
	둔포천	1.415	4.6	7.1	18.5	4.222	0.108	4.8	Ⅲ	Ⅲ
	신언천	0.133	4.3	8.3	18.1	5.830	0.220	5.4	Ⅲ	Ⅳ
	아산천	0.151	5.3	8.1	15.6	3.237	0.084	5.2	Ⅳ	Ⅲ

* 「수질 및 수생태계 목표수질 평가 규정(환경부고시 제2015-255호)」 평가등급 적용
하천의 대표관리항목 BOD, T-P 연간산술평균값으로 평가





○ 안성천수계 유입하천 정밀조사(상류 지류하천 포함)

- 충남 안성천 수계현황 파악과 기초조사를 위하여 14개 주요지점을 선정하여 총 4회 모니터링을 실시하였음
- 조사대상 : 안성천수계 유입하천 주요지점 14개소
- 조사시기 : 2020년 6월~7월
- 조사횟수 : 총 4회
- 조사항목 : 유량 및 수질 9개 항목(BOD, COD, SS, T-N, T-P, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, TOC, 클로로필-a)



[그림 6] 안성천수계 유입하천 조사지점

하천명	조사지점	행정구역	측정지점	비고
입장천	입장천1	천안시 입장면 신두리	입장천 상류	
	입장천2	천안시 입장면 신두리	입장천 유입지류	
	입장천3	천안시 성환읍 안굴리	안성천 유입전	
성환천	성환천1	천안시 성환읍 어룡리	성환천 상류	
	성환천2	천안시 성환읍 복모리	성환천 유입지류	
	성환천3	천안시 성환읍 신가리	안성천 유입전	
둔포천	둔포천1	아산시 둔포면 석곡리	둔포천 상류	
	둔포천2	아산시 둔포면 소용리	둔포천 중류	
	둔포천3	아산시 둔포면 둔포리	둔포천 유입지류	
	둔포천4	아산시 둔포면 신법리	안성천 유입전	
신연천	신연천1	아산시 영인면 창용리	신연천 상류	
	신연천2	아산시 영인면 구성리	안성천 유입전	
아산천	아산천1	아산시 영인면 백석포리	아산천 유입지류	
	아산천2	아산시 영인면 백석포리	안성천 유입전	

○ 입장천 유량 및 수질측정 결과

- 입장천 말단부의 유량은 평균 $0.546\text{m}^3/\text{s}$, BOD는 상류 입장천1이 평균 3.4mg/L 로 가장 높게 나타났으며, T-N과 T-P는 입장천2가 높은 것으로 조사되었고 COD와 TOC는 하류 말단에 해당되는 입장천3이 가장 높은 것으로 조사됨

하천명	조사 지점	회차	유량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	NH ₃ -N	PO ₄ -P	TOC	클로로필-a
입장천	입장천1	1차	0.016	5.1	5.2	8.0	2.881	0.114	0.076	0.104	3.9	1.513
		2차	0.027	4.6	6.1	14.8	1.801	0.083	0.060	0.079	4.4	0.116
		3차	0.072	1.7	7.0	14.0	2.179	0.059	0.212	0.054	4.1	0.854
		4차	0.162	2.1	7.7	19.6	1.885	0.129	0.212	0.054	3.4	3.725
	평 균		0.069	3.4	6.5	14.1	2.187	0.096	0.140	0.073	3.9	1.552
	입장천2	1차	0.084	2.2	6.2	9.6	2.491	0.103	0.070	0.089	4.5	0.892
		2차	0.081	4.6	6.8	15.6	1.624	0.106	0.054	0.101	5.1	6.596
		3차	0.349	1.9	8.0	24.0	3.492	0.139	0.113	0.129	4.8	0.427
		4차	0.344	0.4	7.7	17.2	2.309	0.156	0.113	0.129	3.5	8.924
	평 균		0.214	2.3	7.2	16.6	2.479	0.126	0.088	0.112	4.5	4.210
	입장천3	1차	0.266	3.4	8.5	11.6	1.347	0.082	0.084	0.079	5.7	2.419
		2차	0.266	3.8	8.4	18.8	1.115	0.097	0.067	0.085	6.4	0.691
		3차	1.330	2.9	7.6	21.2	2.619	0.055	0.064	0.052	4.3	1.075
		4차	0.323	1.0	6.6	8.8	1.629	0.091	0.064	0.052	3.3	9.178
	평 균		0.546	2.8	7.8	15.1	1.678	0.081	0.070	0.067	4.9	3.341

○ 성환천 유량 및 수질측정 결과

- 성환천의 유량은 평균 $0.735\text{m}^3/\text{s}$ 이며, 중점관리 항목인 BOD 항목의 경우 평균 10.5mg/L 로 하천수 수질기준 VI등급으로 안성천 유역내에서 가장 오염도가 높은 것으로 조사되었음. T-P는 4회 조사 중 2회 결과에서 IV등급으로 나타났으며, 측정항목 대부분에서 높은 수질상태인 것으로 조사됨

하천명	조사 지점	회차	유량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	NH ₃ -N	PO ₄ -P	TOC	클로로필 -a
성환천	성환천1	1차	0.395	9.8	8.7	20.4	2.624	0.100	0.074	0.088	5.9	13.696
		2차	0.082	9.2	6.7	13.6	3.105	0.165	0.064	0.152	4.0	5.354
		3차	0.913	4.4	9.3	48.0	2.963	0.088	0.273	0.079	5.4	1.668
		4차	0.935	3.9	9.5	36.8	1.889	0.103	0.273	0.079	4.3	6.712
	평 균		0.581	6.8	8.6	29.7	2.645	0.114	0.171	0.100	4.9	6.858
	성환천2	1차	0.053	4.4	12.3	16.8	1.685	0.093	0.076	0.054	9.0	3.802
		2차	0.082	3.7	12.2	18.8	0.951	0.072	0.060	0.060	8.8	3.104
		3차	0.066	2.1	8.8	17.2	2.215	0.042	0.074	0.024	5.4	0.582
		4차	0.076	2.5	13.0	20.0	1.483	0.056	0.074	0.024	4.5	3.337
	평 균		0.069	3.2	11.6	18.2	1.584	0.066	0.071	0.041	6.9	2.706
	성환천3	1차	0.593	16.2	10.3	32.4	4.384	0.153	0.089	0.131	6.6	2.957
		2차	0.351	13.2	11.4	32.0	4.922	0.262	0.068	0.260	7.6	3.494
		3차	1.171	5.0	10.0	48.4	3.837	0.102	0.742	0.088	5.5	1.997
		4차	0.826	7.6	12.6	30.4	2.363	0.253	0.742	0.088	4.4	8.909
	평 균		0.735	10.5	11.1	35.8	3.877	0.193	0.410	0.142	6.0	4.339

○ 둔포천 유량 및 수질측정 결과

- 둔포천의 유량은 평균 1.495m³/s으로 안성천 유역에서 수량이 가장 많은 것으로 조사되었으며, 수질은 BOD 기준 평균 4.5mg/L로 Ⅲ등급, T-P는 0.113mg/L로 Ⅲ등급 수준을 유지하는 것으로 조사됨

하천명	조사 지점	회차	유량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	NH ₃ -N	PO ₄ -P	TOC	클로로필 -a
둔포천	둔포천1	1차	0.023	3.4	7.9	12.0	3.404	0.162	0.080	0.129	5.9	4.734
		2차	0.082	3.1	10.2	12.0	1.640	0.094	0.065	0.082	6.9	1.009
		3차	0.264	2.2	8.5	11.6	2.182	0.115	0.088	0.103	5.8	0.543
		4차	0.166	1.2	7.3	8.8	2.467	0.145	0.088	0.103	3.5	3.182
	평 균		0.134	2.5	8.5	11.1	2.423	0.129	0.080	0.104	5.5	2.367
	둔포천2	1차	1.919	3.7	8.5	32.8	2.485	0.160	0.071	0.106	6.5	1.397
		2차	2.179	4.9	10.3	44.8	1.623	0.091	0.057	0.085	7.4	1.242
		3차	0.568	2.4	7.8	30.4	3.114	0.114	0.165	0.107	5.0	0.310
		4차	0.515	1.1	6.9	28.4	2.434	0.145	0.165	0.107	3.8	4.850
	평 균		1.295	3.0	8.4	34.1	2.414	0.128	0.115	0.101	5.7	1.950

하천명	조사 지점	회차	유량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	NH ₃ -N	PO ₄ -P	TOC	클로로필 -a
	둔포천3	1차	0.144	7.8	8.1	46.0	3.390	0.136	0.084	0.132	5.5	1.824
		2차	0.184	6.6	10.6	39.2	2.156	0.136	0.061	0.126	6.8	0.854
		3차	0.262	6.0	10.8	13.6	5.360	0.216	0.239	0.200	5.9	3.298
		4차	0.210	2.6	7.5	18.4	2.964	0.249	0.239	0.200	4.0	4.617
	평 균		0.200	5.8	9.3	29.3	3.468	0.184	0.156	0.165	5.6	2.648
	둔포천4	1차	2.061	7.1	9.0	38.8	3.354	0.080	0.090	0.076	5.7	2.112
		2차	2.363	6.3	9.3	39.2	1.841	0.074	0.063	0.071	7.1	0.653
		3차	0.830	3.2	9.5	18.8	3.381	0.136	0.270	0.132	4.8	3.264
		4차	0.725	1.5	7.3	11.2	2.615	0.161	0.270	0.132	3.8	3.456
	평 균		1.495	4.5	8.8	27.0	2.798	0.113	0.173	0.103	5.4	2.371

○ 신언천 유량 및 수질측정 결과

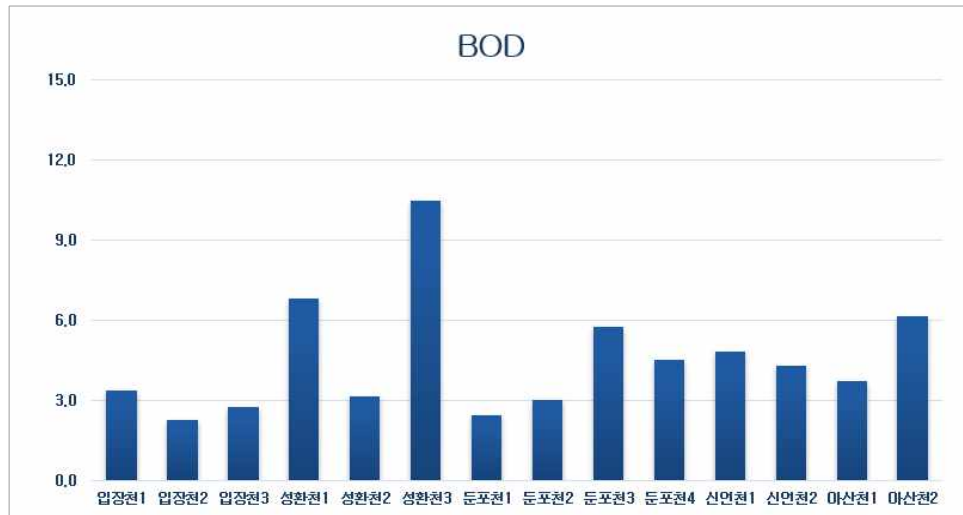
- 신언천의 유량은 평균 0.164m³/s이며, 하류의 BOD, T-P 수질은 III등급 수준을 유지하는 것으로 조사되었으나 상류 신언천1 지점의 T-P는 IV등급을 상회하는 수질상태를 보이는 것으로 나타남

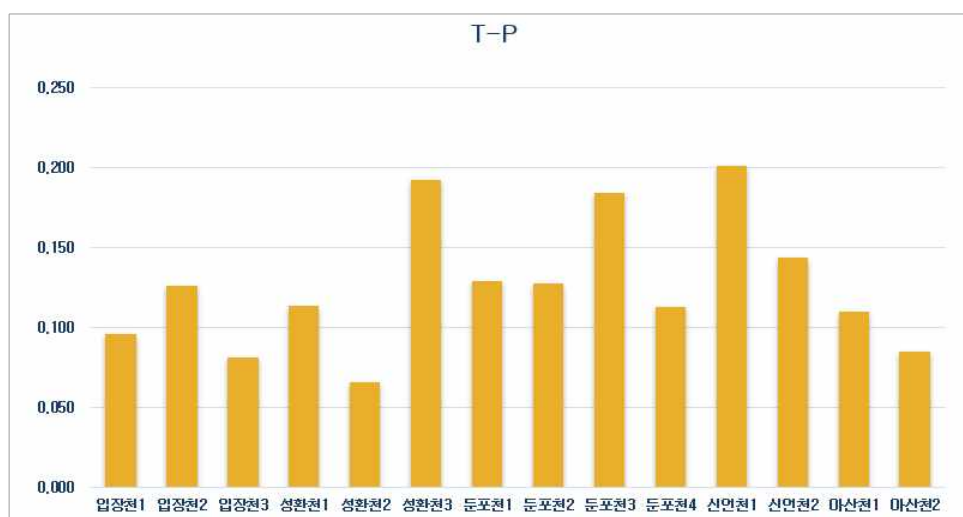
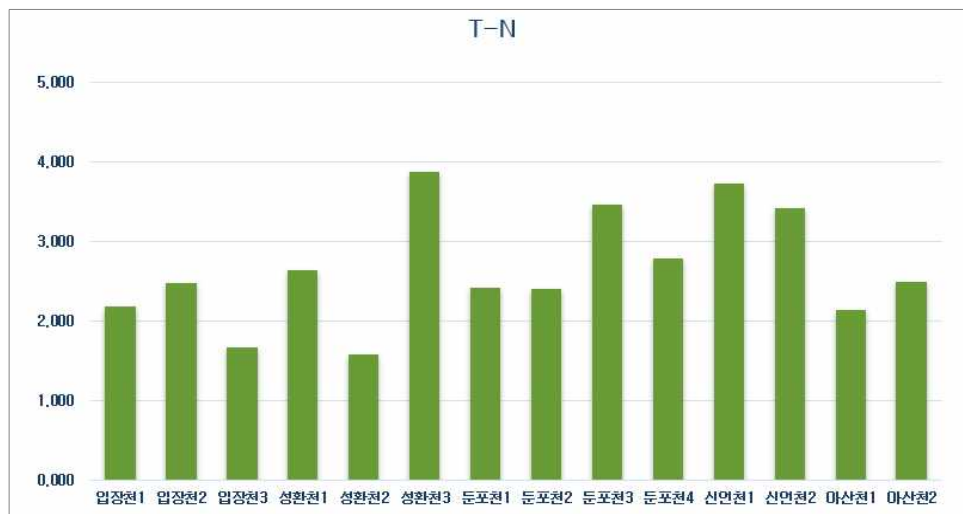
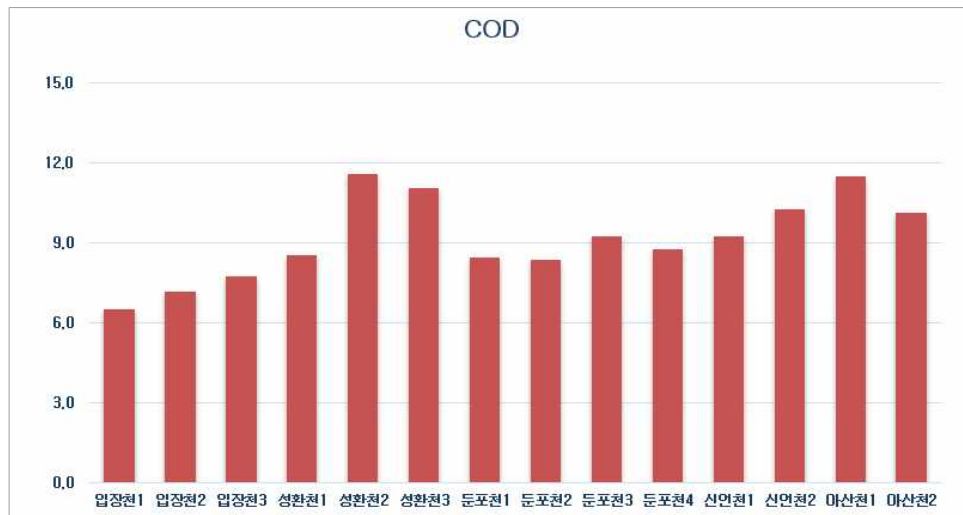
하천명	조사 지점	회차	유량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	NH ₃ -N	PO ₄ -P	TOC	클로로필 -a
신언천	신언천1	1차	0.205	7.2	8.7	16.4	3.508	0.197	0.084	0.195	6.0	1.613
		2차	0.249	7.2	10.8	52.0	2.083	0.135	0.062	0.125	7.1	0.845
		3차	0.183	2.6	8.8	8.0	5.352	0.240	0.130	0.210	5.0	0.230
		4차	0.185	2.4	8.8	8.8	3.960	0.234	0.130	0.210	4.6	8.986
	평 균		0.205	4.9	9.3	21.3	3.726	0.202	0.102	0.185	5.7	2.918
	신언천2	1차	0.034	4.5	10.6	27.6	3.515	0.133	0.090	0.110	6.3	19.507
		2차	0.323	7.8	12.1	54.4	1.954	0.128	0.048	0.125	7.3	0.806
		3차	0.128	2.6	9.1	16.0	5.032	0.128	0.125	0.105	5.8	4.109
		4차	0.172	2.4	9.2	9.2	3.178	0.186	0.125	0.105	4.5	4.224
	평 균		0.164	4.3	10.3	26.8	3.420	0.144	0.097	0.111	6.0	7.162

○ 아산천 유량 및 수질측정 결과

- 아산천 유량은 평균 $0.138\text{m}^3/\text{s}$ 으로 안성천 유입하천 중 수량이 가장 적은 것으로 나타났으며, 수질은 하류지점이 BOD 6.2mg/L IV등급으로 상류보다 높게 나타나는 것으로 나타남. T-P의 경우 하류지점은 0.085mg/L II 등급 수준인 것으로 조사되었으나 상류는 III등급인 것으로 나타남

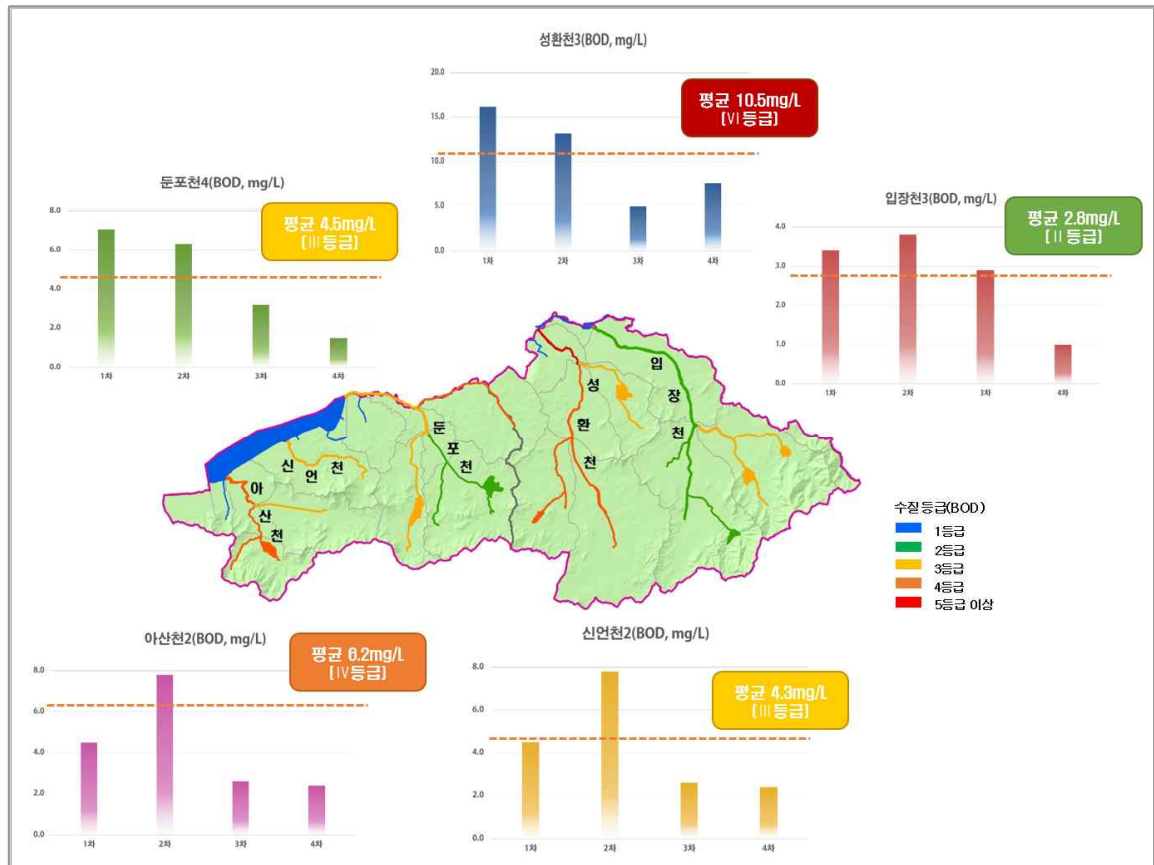
하천명	조사지점	회차	유량	BOD	COD	SS	T-N	T-P	NH ₃ -N	PO ₄ -P	TOC	클로로필-a
아산천	아산천1	1차	0.156	3.3	12.6	15.2	2.602	0.116	0.079	0.108	10.4	0.960
		2차	0.192	8.0	14.7	40.0	1.145	0.106	0.054	0.103	12.7	0.269
		3차	0.104	2.3	10.4	21.2	2.386	0.101	0.112	0.080	5.9	0.614
		4차	0.092	1.4	8.4	14.4	2.454	0.118	0.112	0.080	4.2	3.226
	평 균		0.136	3.8	11.5	22.7	2.147	0.110	0.089	0.093	8.3	1.267
	아산천2	1차	0.151	7.4	10.5	16.4	3.241	0.046	0.088	0.044	6.5	25.037
		2차	0.203	10.0	12.1	21.6	1.707	0.099	0.077	0.090	10.4	1.498
		3차	0.083	3.2	9.5	17.6	2.766	0.080	0.090	0.075	5.4	0.883
		4차	0.114	4.1	8.4	19.2	2.266	0.116	0.090	0.075	4.0	14.746
	평 균		0.138	6.2	10.1	18.7	2.495	0.085	0.086	0.071	6.6	10.541





- 안성천 유입하천의 수질자료를 분석한 결과 BOD항목의 경우 성환천이 VI등급으로 오염도가 가장 높은 것으로 조사되었으며, 다음으로 아산천, 둔포천 순으로 수질 상태가 좋지 않은 것으로 나타남
- T-P 항목은 신언천 상류에 해당되는 신언천1 지점이 IV등급으로 가장 높은 것으로 조사되었으며, 다음으로 성환천3, 둔포천3 등의 지점이 높은 수질상태를 보이는 것으로 조사됨

하천명	조사지점	BOD		T-P		비고
		수질	평가등급	수질	평가등급	
입장천	입장천1	3.4	Ⅲ	0.096	Ⅱ	
	입장천2	2.3	Ⅱ	0.126	Ⅲ	
	입장천3	2.8	Ⅱ	0.081	Ⅱ	
성환천	성환천1	6.8	Ⅳ	0.114	Ⅲ	
	성환천2	3.2	Ⅲ	0.066	Ⅱ	
	성환천3	10.5	Ⅵ	0.193	Ⅲ	
둔포천	둔포천1	2.5	Ⅱ	0.129	Ⅲ	
	둔포천2	3.0	Ⅱ	0.128	Ⅲ	
	둔포천3	5.8	Ⅳ	0.184	Ⅲ	
	둔포천4	4.5	Ⅲ	0.113	Ⅲ	
신언천	신언천1	4.9	Ⅲ	0.202	Ⅳ	
	신언천2	4.3	Ⅲ	0.144	Ⅲ	
아산천	아산천1	3.8	Ⅲ	0.110	Ⅲ	
	아산천2	6.2	Ⅳ	0.085	Ⅱ	



[그림 7] 하천별 수질현황 및 수질등급

4. 수생태계 건강성 평가 결과

① 부착조류

- 환경부 생물측정망 운영자료 결과 안성천 유입하천 중 입장천, 성환천의 부착돌말지수(TDI) 등급은 2016년, 2019년 조사결과에서 E등급으로 매우나쁨으로 유지되고 있는 것으로 나타남

하천	연도	부착돌말지수(TDI) 등급		자료출처
		1차	2차	
입장천	2016년	E등급 (매우나쁨)	E등급 (매우나쁨)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)
	2019년	E등급 (매우나쁨)	E등급 (매우나쁨)	"
성환천	2016년	E등급 (매우나쁨)	E등급 (매우나쁨)	"
	2019년	E등급 (매우나쁨)	E등급 (매우나쁨)	"

② 저서 대형무척추동물

- 입장천의 생물측정망 운영자료의 저서동물지수(BMI) 등급은 2016년 C등급(보통)에서 2019년 2차 조사에서는 B등급으로 개선된 것으로 조사되었으며, 성환천은 2016년 결과와 비슷한 수준을 유지하는 것으로 조사됨

하천	연도	저서동물지수(BMI) 등급		자료출처
		1차	2차	
입장천	2016년	C등급 (보통)	C등급 (보통)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)
	2019년	E등급 (매우나쁨)	B등급 (좋음)	"
성환천	2016년	E등급 (매우나쁨)	D등급 (나쁨)	"
	2019년	E등급 (매우나쁨)	D등급 (나쁨)	"

③ 어류

- 어류평가지수(FAI)의 경우 입장천은 2016년 D등급에서 2019년 C등급으로

개선된 것으로 조사되었으며, 성환천은 2016년 1차 조사 E등급에서 2019년 D등급으로 점차 개선되는 추세를 보이는 것으로 조사됨

하천	연도	어류평가지수(FAI) 등급		자료출처
		1차	2차	
입장천	2016년	D등급 (나쁨)	D등급 (나쁨)	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)
	2019년	C등급 (보통)	C등급 (보통)	”
성환천	2016년	E등급 (매우나쁨)	D등급 (나쁨)	”
	2019년	D등급 (나쁨)	D등급 (나쁨)	”

④ 서식 및 수변환경

- 서식수변환경지수(HRI) 변화는 입장천과 성환천 모두 2016년 C등급에서 2019년 B등급(좋음)으로 개선된 것으로 조사됨

하천	연도	서식수변환경지수(HRI) 등급		자료출처
		1차	2차	
입장천	2016년	C등급 (보통)	-	물환경정보시스템 (생물측정망 자료, 환경부)
	2019년	B등급 (좋음)	-	”
성환천	2016년	C등급 (보통)	-	”
	2019년	B등급 (좋음)	-	”

03

오염원인 및 배출특성 분석

1. 오염원 조사

○ 오염원 조사방법

- 안성천유역 유입하천의 오염원 현황을 조사하기 위하여 생활계, 축산계, 산업계, 토지계, 매립계, 양식계로 구분하였으며, 환경기초시설에 대한 현황과 운영자료를 조사하여 오염부하량 산정 및 오염원인 분석에 활용하였음
- 생활계 오염원
 - 시·군 통계연보를 기준으로 주민등록상 거주인구(외국인 포함)를 동·리별로 조사하고, 발생부하량 산정을 위한 오염원단위를 구분적용하기 위하여 시가화 인구와 비시가화 인구를 구분
 - 도시계획구역을 우선 파악하여 도시계획상 주거, 상업, 공업지역에 해당하는 지역의 인구는 시가인구로, 나머지 지역의 인구는 비시가인구로 분류
 - 하수종말처리시설 또는 마을단위하수처리시설(50m³/일 미만포함)에서 생활하수가 처리되는 지역의 인구는 관거의 유형에 따라 합류식과 분류식으로 나누어 조사하고, 그 외의 하수미처리구역인구는 오수처리, 단독정화, 수거식으로 분류하여 조사
 - 상수도 급수지역은 시·군 통계연보의 ‘급수사용량’을 기준으로 급수지역의 가정용, 업무용, 영업용, 욕탕1종 및 2종으로 분류하고 환경부의 ‘상수도

통계'와 담당부서의 급수자료를 비교·검토하여 적용

- 축산계 오염원

- 각 업주별·축종별 사육두수, 폐수처리, 고형물처리 등을 조사하는데 우선 시·군 통계연보의 '가축사육가구 및 마리'를 확인한 후 시·군의 축산관련부서에 동·리별로 전수 조사한 가축사육현황 자료를 추가하여 보완
- 조사대상 축종은 한우, 젃소, 돼지, 말, 산양, 개, 가금(닭, 오리 등)으로 한정
- 폐수처리유형과 고형물처리유형은 폐수처리(고형물처리유형은 제외됨), 톱밥발효, 퇴비, 액비, 위탁, 투기 그리고 별도의 처리가 없는 경우에는 무처리로 분류

- 산업계 오염원

- 폐수배출업소의 경우 환경부의 폐수배출시설조사표를 기준으로 함
- 산업시설의 경우 충청도청에서 관할하는 폐수배출량이 많은 1종 및 2종 사업장과 각 시·군에서 관할하는 3~5종 사업장의 개소수를 시·군 통계연보와 비교한 후 폐수배출업소 허가, 신고 대장 및 배출업소관리카드 등을 이용하여 개소수, 폐수발생 및 방류량, 수질농도 조사
- 배출업소에서 발생 또는 배출된 폐수를 처리유형별 종말, 농공, 공동, 위탁, 방류, 무방류, 재이용으로 구분하여 조사하고, 배출업소의 위치에 따라 배출허용기준적용지역 상 청청지역, 가지역, 나지역, 특례지역으로 구분하여 조사

- 토지계 오염원

- 토지이용 현황은 시·군 통계연보와 지목별 읍·면 합계를 확인하고, 해당면적이 상이할 경우 시·군의 토지 관련부서의 자료를 이용하여 보완

- ‘전’은 지목별 면적 중 전, 과수원을 포함, ‘답’은 지목별 면적 중 답, ‘임야’는 지목별 면적 중 임야, ‘대지’는 대지, 공장용지, 학교용지, 도로(도로사면 제외), 철도용지(철도선로 및 사면 제외), 주차장, 주유소용지, 창고용지, 체육용지(골프장, 스키장 제외), 유원지, 종교용지, 사적지를 포함, ‘기타’는 광천지, 염전, 제방, 하천, 구거, 유지, 양어장, 수도용지, 공원, 묘지, 목장용지, 잡종지를 포함(단, 목장용지 중 축사면적은 ‘대지’지목을 적용)

- 양식계 오염원

- 수산물 양식시설에 한하여 어종별 양식 방법에 따라 가두리(이스라엘잉어), 지수식(메기, 뱀장어, 미꾸라지 등), 유수식(송어), 유수식(대하)으로 나누어 시설면적, 사료공급량, 수처리방법, 방류량, 방류수질 등을 조사

- 매립계 오염원

- 매립계 오염원 조사는 침출수가 발생하는 위생 및 비위생매립지를 대상으로 생활폐기물매립시설에서 발생하는 침출수의 발생량 및 방류량, 그리고 각각의 농도와 방류선을 조사

○ 오염원 조사결과

- 인구는 29,462명으로 성환천 유역이 가장 많은 것으로 조사되었으며, 가축사육두수와 산업폐수 배출량, 토지 지목별 면적 중 대지 면적 또한 성환천이 가장 많거나 큰 면적을 차지하는 것으로 조사됨
- 안성천유역 내 오염원이 가장 작은 유역은 신언천이며, 유역면적이 약 22km², 인구 2,149명, 폐수배출량 441m³/일 등으로 그룹별 오염원도 다른 하천에 비해 적은 것으로 조사됨

구분		입장천	성환천	둔포천	신언천	아산천	비고
생활계 (인)	인구	29,217	82,298	28,694	2,149	4,136	
	물사용량	11,672	29,462	15,723	1,130	2,067	
축산계 (마리)	젖소	4,013	3,781	5,150	1,380	2,606	
	한우	12,110	2,917	7,762	1,242	3,715	
	돼지	13,261	21,767	33,223	6,731	6,574	
	말	2	55	0	0	0	
	사슴	409	812	492	8	105	
	개	639	1,393	412	6	109	
	가금	1,414,397	1,676,792	1,134,011	192,423	143,672	
산업계 (m ³ /일)	폐수발생량	7,694	22,727	3,302	509	5,051	
	폐수배출량	5,380	17,261	2,376	441	223	
토지계 (km ²)	전	13	16	13	2	4	
	답	18	18	19	7	9	
	임야	30	15	14	4	13	
	대지	14	18	16	3	4	
	기타	8	13	9	6	5	

○ 환경기초시설 현황

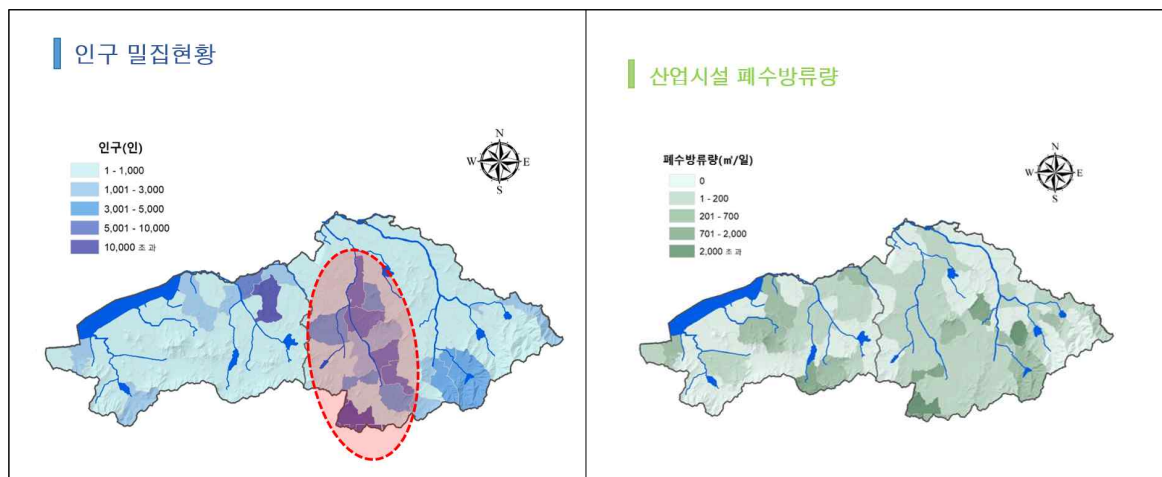
- 안성천유역 내 환경기초시설은 14개소가 위치하고 있으며, 천안시 5개소, 아산시 9개소가 운영 중인 것으로 조사됨

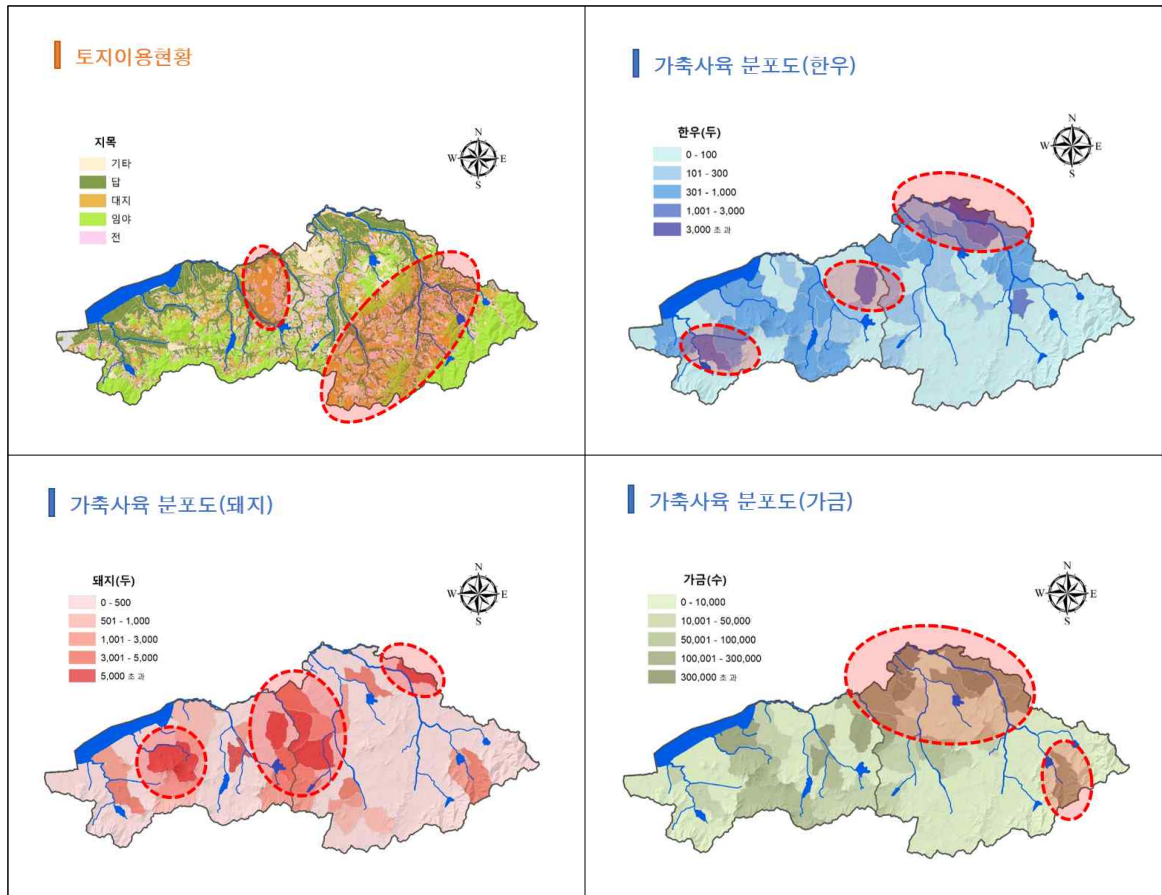
시.군	시설명	위치	시설용량 (m ³ /일)	비고
천안시	천안성환하수처리장	성환읍 북모리	30,000	
	천안가축분뇨공공처리장	성환읍 신가리	120	
	천흥산업단지폐수종말처리장	성거읍 천흥리	2,500	
	천안제4산업단지폐수종말처리장	직산읍 신갈리	5,500	
	양대지구마을하수도	입장면 양대리	48	

시.군	시설명	위치	시설용량 (m ³ /일)	비고
아산시	원남지구마을하수도	음봉면 원남리	55	
	음봉쌍용지구마을하수도	음봉면 쌍룡리	70	
	음봉쌍용2지구마을하수도	음봉면 쌍룡리	60	
	둔포공공하수처리시설	둔포면 시포리	2,900	
	둔포신항지구마을하수도	둔포면 신항리	70	
	봉재지구마을하수도	둔포면 신항리	60	
	둔포관대지구마을하수도	둔포면 관대리	60	
	아산테크노밸리오폐수종말처리장	둔포면 석곡리	5,000	
	영인신운지구마을하수도	영인면 신운리	430	

○ 그룹별 오염원 분포현황

- 안성천유역 내 오염원 그룹별 분포 및 오염도가 높은 유역을 분석한 결과 인구 밀집도, 토지이용현황(대지 비율), 가축사육두수 등 대부분의 항목에서 성환천 유역이 가장 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 조사됨





[그림 8] 오염원 그룹별 분포도

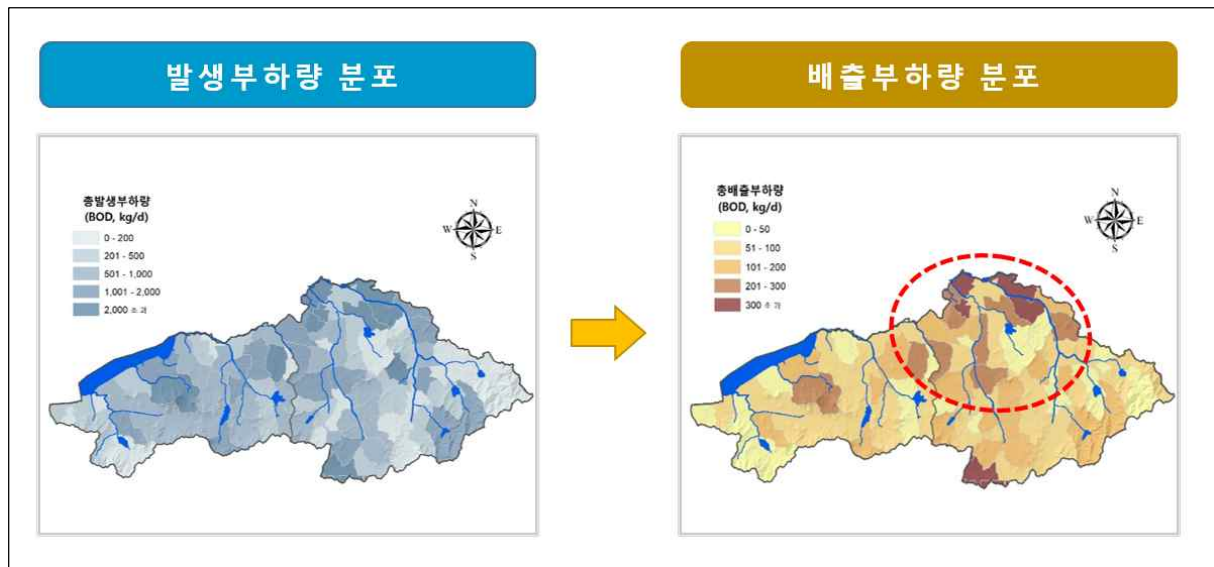
○ 오염부하량 산정 결과

- 안성천 유역의 발생 및 배출부하량은 성환천, 입장천, 둔포천 순으로 높은 것으로 산정되었으며, 그룹별로는 발생부하량 기준 생활계는 성환천, 축산계 입장천, 산업계 성환천, 토지계 성환천이 부하량이 큰 것으로 나타남
- 그룹별 배출부하량은 생활계 성환천, 축산계 입장천, 산업계 둔포천, 토지계 성환천이 배출량이 큰 것으로 산정되었으며, 전체적으로 성환천의 오염도가 높은 것으로 분석됨

구분		입장천	성환천	둔포천	신언천	아산천	비고
계	발생	24,966.7	32,031.8	20,386.4	4,374.4	5,866.3	
	배출	3,404.8	4,023.3	2,353.2	462.6	725.9	
생활계	발생	2,418.4	6,408.5	2,934.6	216.0	398.9	
	배출	572.4	1,204.3	328.5	77.2	140.5	
축산계	발생	17,441.9	14,781.6	16,491.3	3,158.2	4,876.3	
	배출	1,496.3	1,242.6	1,425.9	284.1	438.9	
산업계	발생	3,775.0	9,228.2	444.7	902.6	444.9	
	배출	29.2	16.9	83.0	3.6	0.4	
토지계	발생	1,331.4	1,613.4	515.8	97.6	146.1	
	배출	1,306.9	1,559.5	515.8	97.6	146.1	

○ 발생 및 배출부하량 분포현황(BOD)

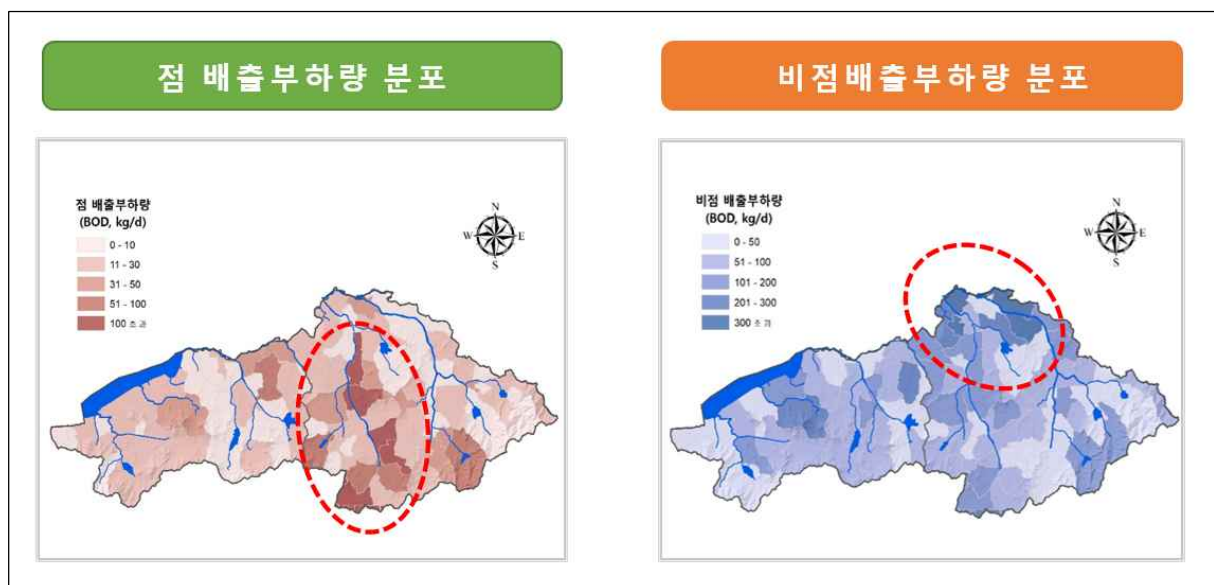
- 안성천 유역의 소유역별 오염부하량 분포현황을 분석한 결과 발생부하량은 인구증가 및 대지화율이 높은 성환천유역이 가장 큰 것으로 산정되었으며, 배출부하량의 경우 생활계 및 축산계 오염원이 집중되어 있는 성환천, 입장천의 배출량이 큰 것으로 나타남



[그림 9] 유역별 발생 및 배출부하량 현황

○ 점 및 비점오염배출량 분포현황(BOD)

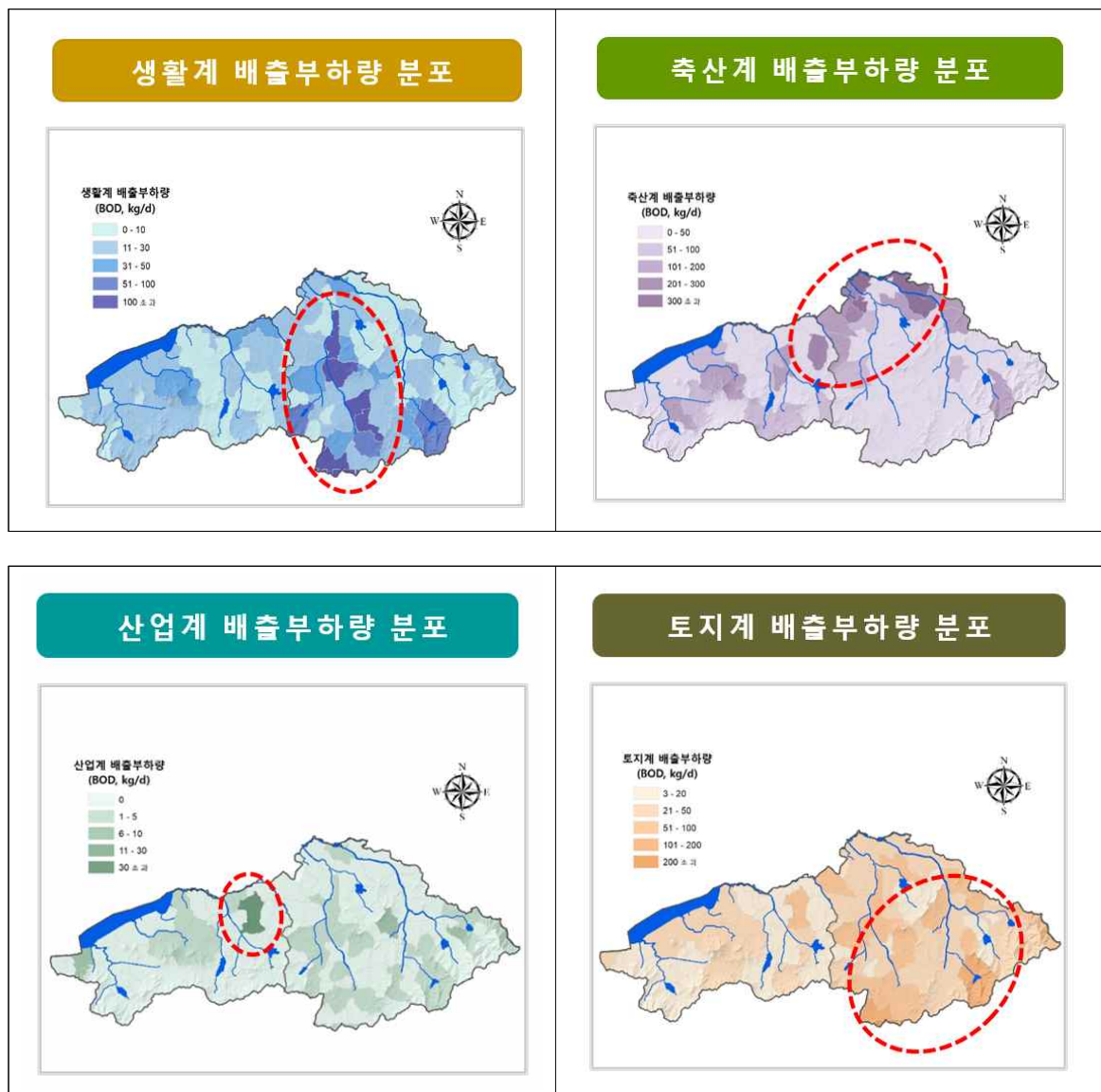
- 점오염원과 비점오염배출량을 구분하여 비교한 결과 오염원 특성분석과 같은 경향을 보였으며, 특히 점오염배출량은 생활계 오염원이 가장 많은 성환천유역이, 비점오염원은 축산계 오염원이 집중되어 있는 입장천 유역이 뚜렷하게 큰 것으로 나타남



[그림 10] 유역별 점 및 비점오염배출량 현황

○ 오염원 그룹별 배출부하량 현황(BOD)

- 오염원 그룹별 배출부하량 분포를 살펴보면 생활계와 축산계는 점 및 비점오염원배출량 분포와 같은 결과를 나타내고 있으며, 산업계는 산업단지가 위치하고 있는 둔포천 유역이 높게 나타나는 경향을 보였고 토지계는 지목별 면적 중 대지비율이 높은 유역에 배출량이 높은 것을 확인할 수 있었음

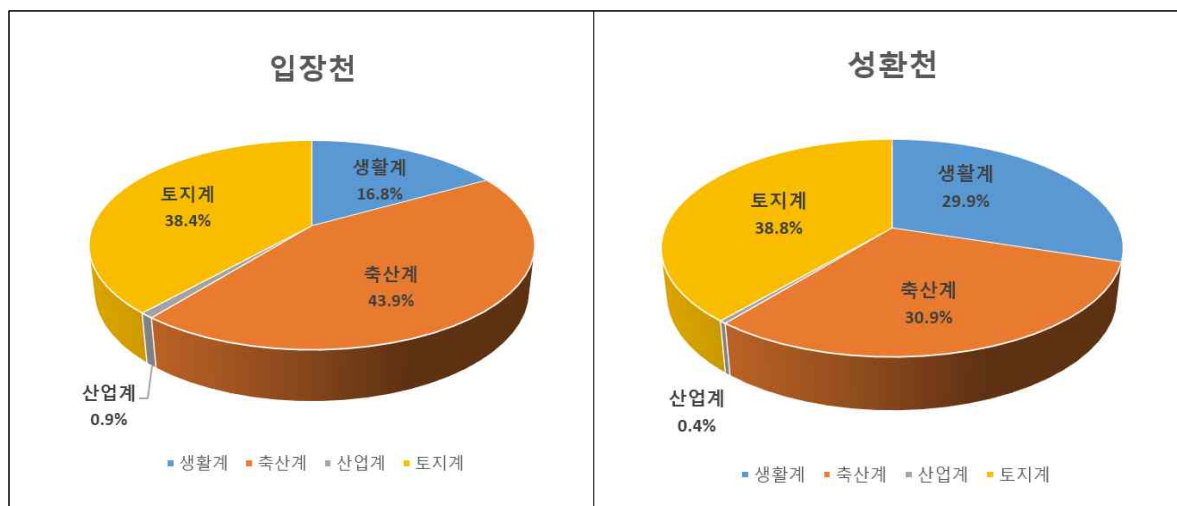


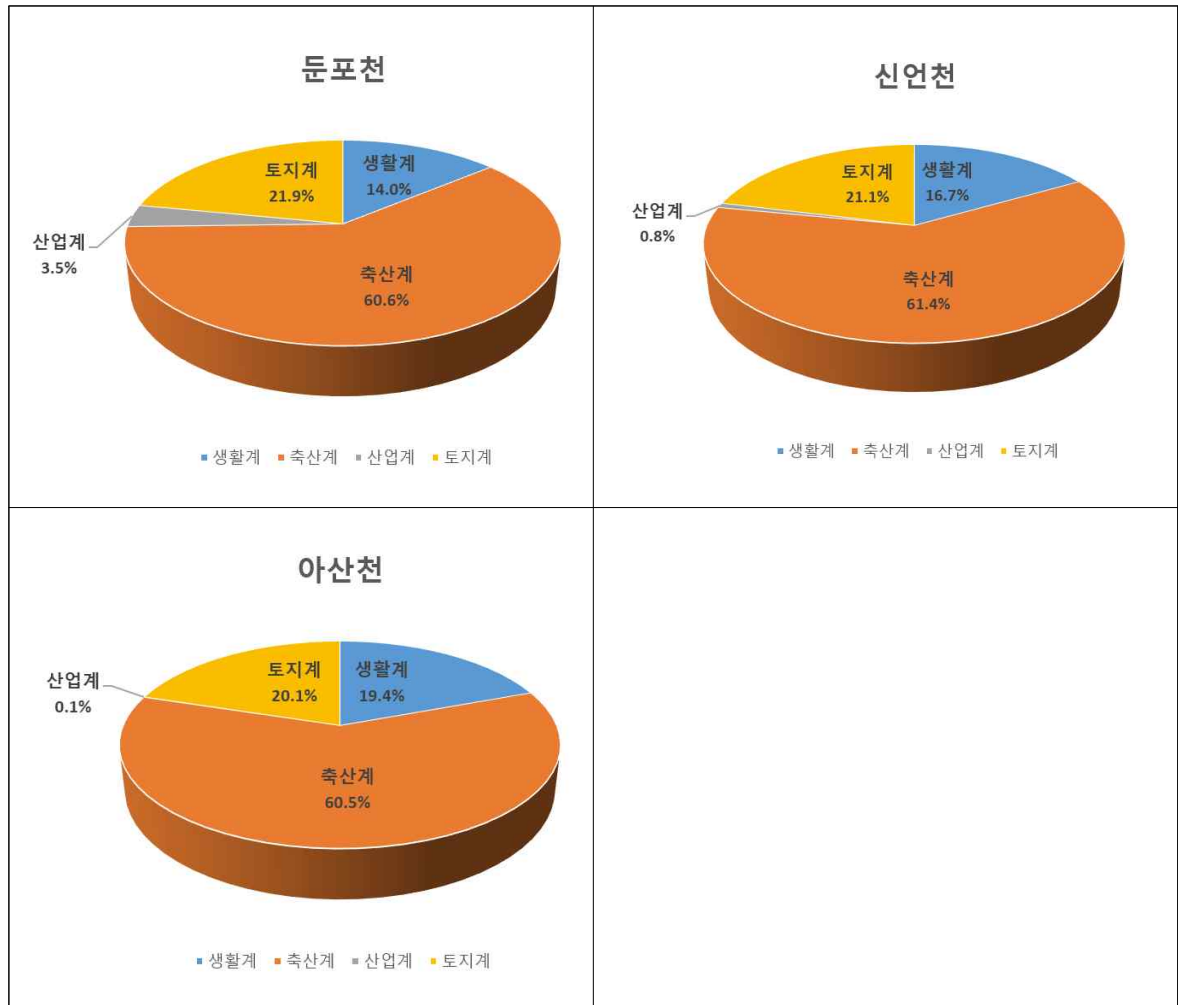
[그림 11] 오염원 그룹별 배출부하량 현황

○ 안성천 유입하천별 오염원인(오염물질 배출량)

- 하천별 오염원인을 분석한 결과 성환천은 그룹별 배출량 중 토지계가 차지하는 비중이 가장 높은 것으로 분석되었으며, 그 외 입장천, 둔포천, 신언천, 아산천은 축산계 배출량이 가장 높은 것으로 조사됨

구분		입장천	성환천	둔포천	신언천	아산천	비고
생활계	배출량 (kg/일)	572.4	1,204.3	328.5	77.2	140.5	
	점유율	16.8%	29.9%	14.0%	16.7%	19.4%	
축산계	배출량 (kg/일)	1,496.3	1,242.6	1,425.9	284.1	438.9	
	점유율	43.9%	30.9%	60.6%	61.4%	60.5%	
산업계	배출량 (kg/일)	29.2	16.9	83.0	3.6	0.4	
	점유율	0.9%	0.4%	3.5%	0.8%	0.1%	
토지계	배출량 (kg/일)	1,306.9	1,559.5	515.8	97.6	146.1	
	점유율	38.4%	38.8%	21.9%	21.1%	20.1%	





[그림 12] 오염원 그룹별 분포

○ 행정구역별 배출량 분석

- 입장천과 성환천은 해당 행정구역 중 성환읍의 축산계 배출량이 가장 높게 산정되었으며, 둔포천은 둔포면의 축산계 배출량이 높게 나타남
- 신언천과 아산천은 영인면 지역의 축산계 배출량이 높은 것으로 분석되었으며, 축사밀집지역에 대한 비점오염원 관리대책이 필요한 것으로 판단됨

행정구역별 오염물질 배출량 분석(입장천)

하천	시군	읍면동	구분	생활계	축산계	산업계	토지계	합 계
입장천	천안시	성거읍	배출량 (kg/일)	276.8	94.3	11.2	469.9	852.2
			점유율	32.5%	11.1%	1.3%	55.1%	100.0%
		성환읍	배출량 (kg/일)	54.9	878.9	0.5	130.2	1,064.5
			점유율	5.2%	82.6%	0.0%	12.2%	100.0%
		입장면	배출량 (kg/일)	176.1	472.3	11.0	567.4	1,226.7
			점유율	14.4%	38.5%	0.9%	46.3%	100.0%
		직산읍	배출량 (kg/일)	64.6	50.8	6.5	139.4	261.3
			점유율	24.7%	19.4%	2.5%	53.4%	100.0%

행정구역별 오염물질 배출량 분석(성환천)

하천	시군	읍면동	구분	생활계	축산계	산업계	토지계	합 계
성환천	천안시	동지역	배출량 (kg/일)	373.8	28.1	5.8	440.7	848.3
			점유율	44.1%	3.3%	0.7%	51.9%	100.0%
		성거읍	배출량 (kg/일)	120.8	3.9	0.4	89.1	214.2
			점유율	56.4%	1.8%	0.2%	41.6%	100.0%
		성환읍	배출량 (kg/일)	405.7	994.2	4.2	549.1	1,953.2
			점유율	20.8%	50.9%	0.2%	28.1%	100.0%
		직산읍	배출량 (kg/일)	304.0	216.5	6.5	480.6	1007.5
			점유율	30.2%	21.5%	0.6%	47.7%	100.0%

행정구역별 오염물질 배출량 분석(둔포천)

하천	시군	읍면동	구분	생활계	축산계	산업계	토지계	합 계
둔포천	천안시	성환읍	배출량 (kg/일)	37.8	274.5	0.1	100.4	412.8
			점유율	9.2%	66.5%	0.0%	24.3%	100.0%
	아산시	둔포면	배출량 (kg/일)	219.9	825.0	82.6	294.3	1421.8
			점유율	15.5%	58.0%	5.8%	20.7%	100.0%
		영인면	배출량 (kg/일)	2.0	6.5	0.0	2.3	10.7
			점유율	18.4%	60.3%	0.2%	21.0%	100.0%
		음봉면	배출량 (kg/일)	68.8	319.9	0.3	118.7	507.8
			점유율	13.6%	63.0%	0.1%	23.4%	100.0%

행정구역별 오염물질 배출량 분석(신언천)

하천	시군	읍면동	구분	생활계	축산계	산업계	토지계	합 계
신언천	아산시	둔포면	배출량 (kg/일)	0.1	0.5	0.0	0.7	1.4
			점유율	10.6%	37.4%	1.3%	50.6%	100.0%
		영인면	배출량 (kg/일)	77.1	283.6	3.6	96.9	461.2
			점유율	16.7%	61.5%	0.8%	21.0%	100.0%

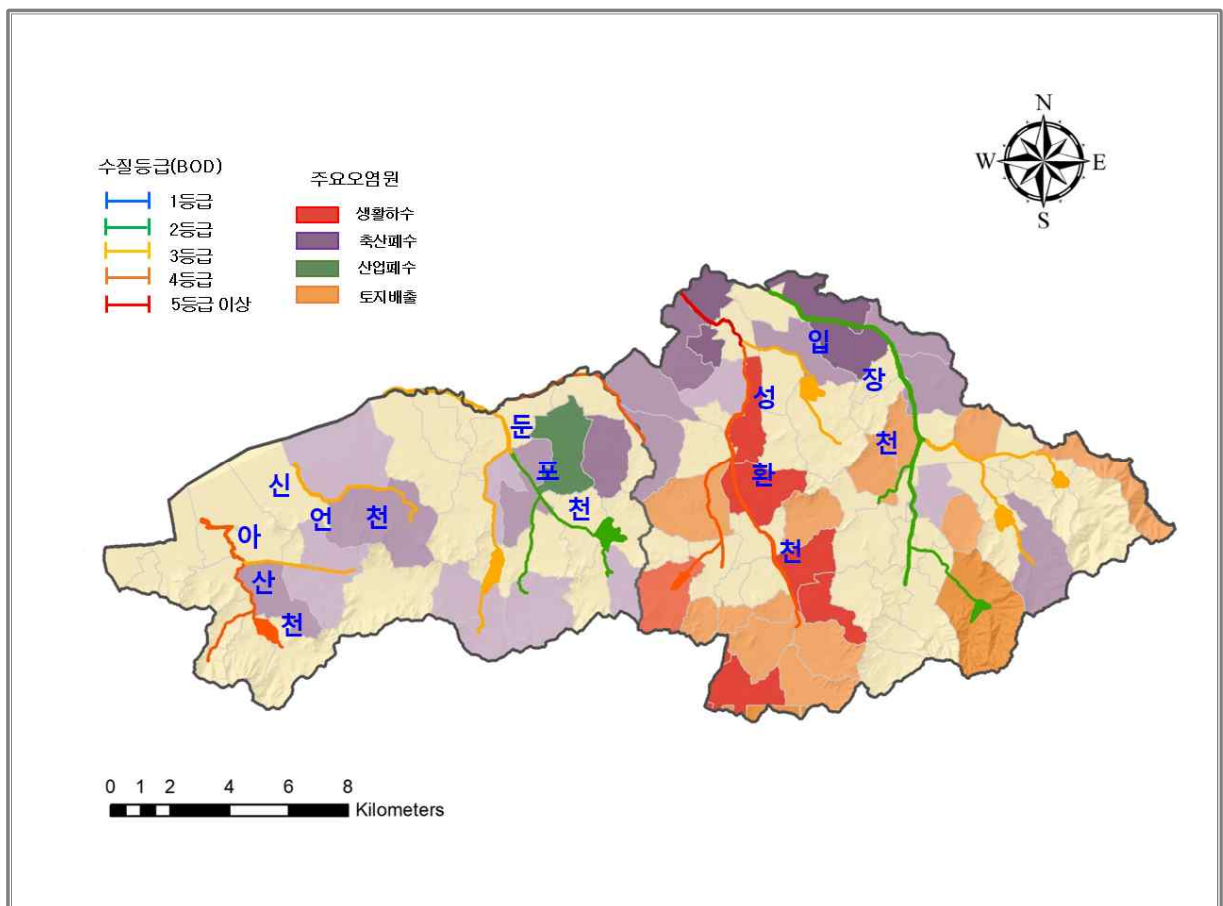
행정구역별 오염물질 배출량 분석(아산천)

하천	시군	읍면동	구분	생활계	축산계	산업계	토지계	합 계
아산천	아산시	염치읍	배출량 (kg/일)	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
			점유율	39.4%	23.1%	0.0%	37.6%	100.0%

하천	시군	읍면동	구분	생활계	축산계	산업계	토지계	합 계
		영인면	배출량 (kg/일)	138.0	426.8	0.4	138.3	703.5
			점유율	19.6%	60.7%	0.1%	19.7%	100.0%
		음봉면	배출량 (kg/일)	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3
			점유율	23.3%	66.5%	0.2%	10.0%	100.0%
		인주면	배출량 (kg/일)	2.3	11.8	0.0	7.7	21.7
			점유율	10.5%	54.2%	0.0%	35.2%	100.0%

2. 안성천유역 오염원인 종합분석

- 안성천유역 내 5개 주요하천의 수질현황은 BOD기준 Ⅱ등급을 나타내고 있는 입장천을 제외한 나머지 유입하천은 Ⅲ등급 이상으로 오염도가 높은 것으로 조사되었음
- 오염원인으로는 성환천은 인구밀집에 의한 생활계, 가축사육에 의한 축산계, 토지계 비점오염원에 의한 배출량이 가장 높은 것으로 조사되었으며, 입장천은 하류에 축산계와 상류 토지계에 의한 배출량이 높게 나타났음
- 둔포천의 경우 대규모 산업단지가 위치하고 있어 산업계 오염원에 대한 관리가 필요한 것으로 조사되었으며, 신언천과 아산천은 축산계 오염원이 원인으로 조사됨



[그림 13] 하천수질 및 그룹별 오염도 분석 결과

04 결론 및 정책제언

- 충남은 하천을 중심으로 4대수계(금강, 삽교호, 서해, 안성천)로 구분되어 있으며, 이 중 안성천수계에 해당되는 천안시, 아산시 일부가 한강 대권역과 안성천 중권역에 포함되어 있음
- 안성천수계는 그동안 기초자료 조사, 수질개선 계획수립 및 대책마련 등 물관리 정책 추진이 미흡했던 유역으로 체계적이고 효율적인 관리가 필요한 실정임
- 경기도는 “진위·안성천 및 평택호수계 수질개선 종합대책 수립”을 통하여 해당 수계에 포함되는 자치단체 전체에 대한 수질개선 종합대책 마련을 추진하고 있으며, 이 과정에서 수질오염 기여도 분석을 통한 영향과 책임을 명확히 할 계획인 것으로 판단됨
- 이에 대한 우리도의 해당 지역(천안시, 아산시)의 기초자료 확보, 오염원인 분석, 수질개선대책 및 체계적인 관리방안 등 대응방안 마련이 필요한 것으로 판단됨
- 안성천수계 현황 및 오염원인 분석

하천명	수질현황 (등급)	오염원인 그룹	비 고
입장천	Ⅱ 등급(약간좋음)	축산계	
성환천	Ⅵ 등급(매우나쁨)	생활계, 토지계	
둔포천	Ⅲ 등급(보통)	산업계, 축산계	
신언천	Ⅲ 등급(보통)	축산계	
아산천	Ⅳ 등급(약간나쁨)	축산계	

○ 수질개선 대책 및 충청남도 대응방안

- 안성천 유역의 수질개선을 위하여 각 하천별 오염원인 분석결과를 반영한 삭감방안이 제시되어야 하며, 특히 유입하천 전체에서 축산계 오염원의 영향이 큰 것으로 조사되어 이에 대한 대책마련 필요

- 주요개선방안

① 가축분뇨 공공처리시설 신·증설(축산계 비점오염원)

- 기존 가축분뇨 공공처리시설 증설 계획 수립
- 지역단위통합센터 등 바이오가스화시설 설치 검토



[그림 14] 가축분뇨 공공처리시설(바이오가스화)_참고자료

② 공공하수처리시설 설치 및 하수관거 정비 등 확대(생활계)

- 하수관거 정비사업 확대 실시(미처리 생활오수 처리확대)
- 신규 하수처리시설 조기 설치 검토

③ 공공하수처리시설 방류수 재이용

- 하천 유지용수 활용 및 삭감효율 제고

④ 생태하천 복원사업

- 오염하천 자정능력 제고, 수질개선 및 하천 친수공간 조성, 생물서식지 제공



[그림 15] 생태하천 복원계획도_참고자료

⑤ 비점오염원 저감시설 설치(생태습지 조성 등)

- 인공습지 설치를 통하여 농경지 등에서 발생하여 강우시 유입되는 비점오염원 유입량 저감
- 비점오염원 적정처리를 통하여 수질 등 환경오염을 방지하고 안정적인 농업용수 공급



[그림 16] 인공습지 조성_참고자료

⑥ 주요하천 모니터링 확대 필요

- 현재 ‘충청남도 수질측정망’ 운영으로 안성천수계 주요하천 5개소에 대한 모니터링이 정기적으로 추진되고 있으나 지방하천에 해당되는 공세천이 제외되어 있으며, 자치단체별 오염기여도 및 영향분석 등 대응자료 마련을 위하여 수질분석 항목의 확대가 필요한 것으로 판단됨. 따라서 안성천 유역의 하천 모니터링 계획수립 및 현재 측정망의 재정비 필요
- 지류하천별 수질, 유량, 비점오염원물질, 수생태계 등을 고려한 측정망 운영 계획 수립 및 수질측정망의 안정적 운영

참 고 자 료

국립환경과학원, 2019, 수질오염총량관리기술지침

충청남도, 2016, '제1차 충청남도 물 통합관리 중장기 계획(수정·보완)'

한강유역환경청, 2016, '안성천 중권역 물환경관리계획'

국립환경과학원, 2014, 농촌지역 비점오염원 관리계획 수립 가이드라인