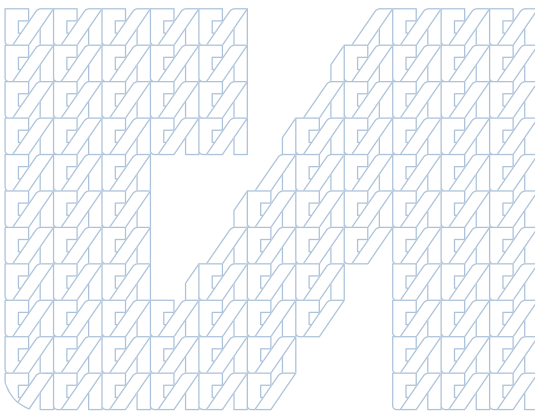


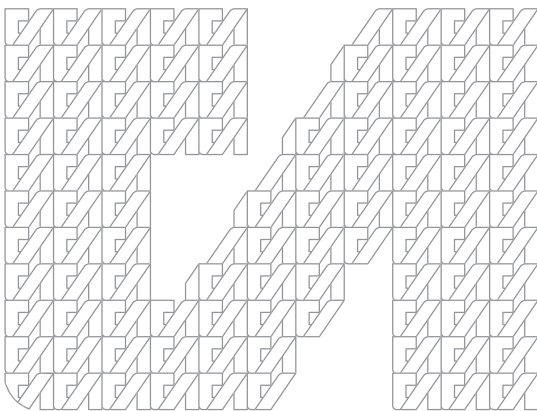
세종시 수질관리 현황분석 및 정책수립 연구

이윤희



세종시 수질관리 현황분석 및 정책수립 연구

이윤희



연구책임

• 이윤희 / 세종연구실 연구위원

정책연구 2018-22

세종시 수질관리 현황분석 및 정책수립 연구

- 발행인 박 재 목
- 발행일 2018년 8월
- 발행처 대전세종연구원
34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동 287-2)
전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528
홈페이지: <http://www.dsi.re.kr>
- 인쇄처 신진기획인쇄사 (전화: 042-638-7887)

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종특별자치시의 정책적
입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

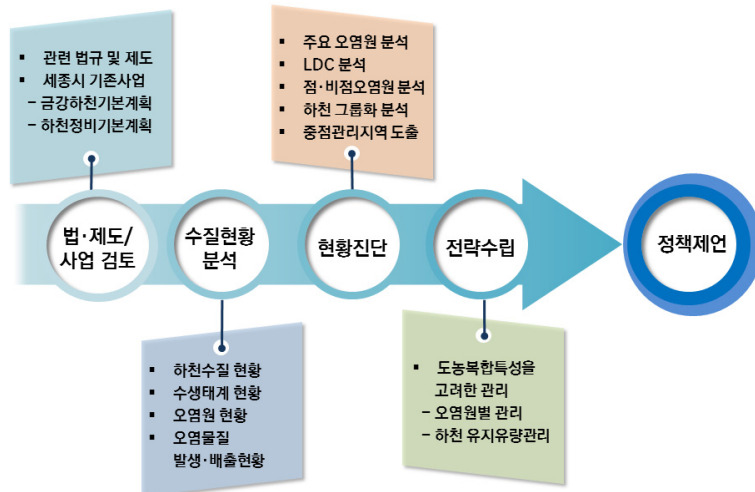
요약 및 정책건의

■ 연구 배경과 연구 목적

- 세종시의 수질관리 현황 및 물 문제 분석 등에 대한 기초자료가 미흡한 실정이며, 세종시만의 핵심이슈 과제 마련이 시급함
- 따라서 세종시의 수질 및 수생태계 현황 분석 및 진단을 통해 중점관리 지역을 도출하고, 세종시의 지역적, 환경적 특성을 고려한 수질관리 전략 및 관련 정책 사업을 수립하고자 함

■ 연구 방법

- 환경부 물환경정보시스템 수질측정망, 금강수환경모니터링, 전국오염원 조사 자료 등을 통한 세종시 중권역별 수질 현황 및 오염원 현황 분석
- 세종시 3단계 수질오염총량관리 시행계획 2016년 이행평가 자료를 활용한 오염물질 배출특성 분석
- 중점관리지역 도출을 위한 주요 오염원 분석, 부하지속곡선(LDC, Load Duration Curve), 점·비점오염원 분석, 하천 그룹화 분석



[그림 1] 연구 방법 및 내용

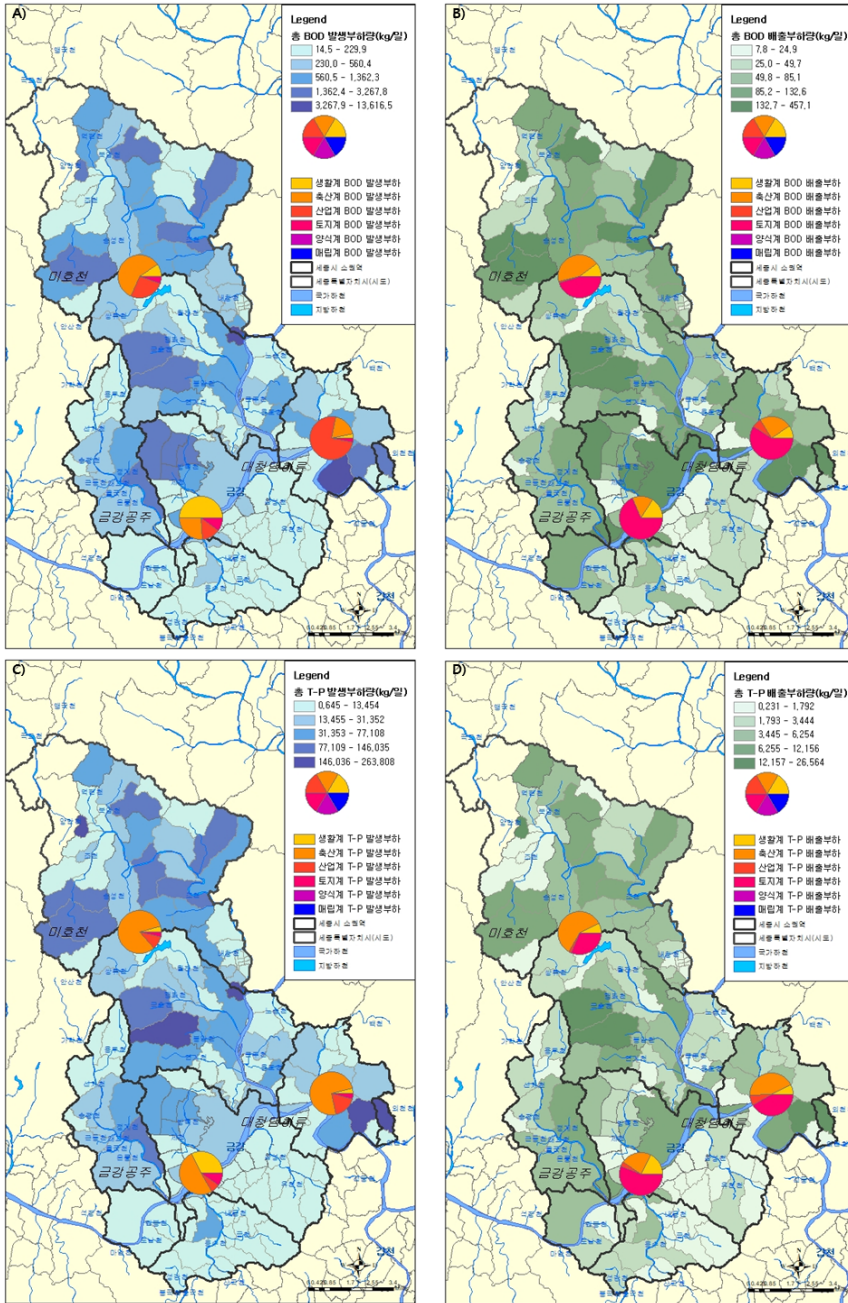
■ 연구결과

□ 중권역별 수질 및 수생태 현황 분석

- 세종시 중권역은 대청댐하류, 미호천, 금강공주, 삼교천으로 구분되며, 대청댐하류는 '16년 대비(평균 BOD 2.4mg/L, T-P 0.090mg/L) '17년 BOD 23.3% 감소 및 T-P 11.4% 감소함(수질등급 약간 좋음(II) → 좋음(Ib))
- 미호천 중권역의 수질은 '16년도(평균 BOD 2.2mg/L, T-P 0.072mg/L) 대비 '17년도에 BOD 25.4% 및 T-P 48.1% 증가함(수질 등급 약간 좋음(II) 유지)
- 금강공주 중권역은 '16년도(평균 BOD 1.9mg/L, T-P 0.072mg/L) 대비 '17년도에 BOD 10.7% 감소 및 T-P 8.8% 감소함(수질등급 좋음 (Ib) 유지)
- '16년도 대청댐하류 및 금강공주의 부착돌말지수(TDI)는 보통등급을 나타내고 있으며, 대청댐하류의 저서동물지수(BMI)는 양호(B등급) 등급, 미호천과 금강공주는 보통(C등급) 상태를 나타냄
- 모든 권역에서 어류평가지수(FAI)의 경우 보통수준을 나타내었음
- 대청댐 하류의 HRI지수는 66.5(좋음, B등급)였고 미호천 및 금강공주 중권역은 각각 보통(C등급)과 양호(B등급)의 상태를 유지하고 있음

□ 중권역별 오염원 및 배출특성

- 오염원으로부터 발생하는 총 발생부하량은 BOD가 85,121.3kg/일, T-P는 4,063.537kg/일이며, 총 배출부하량은 BOD 9,243.6kg/일 및 T-P 493.089kg/일로 나타남
- 소권역별 발생부하량은 조천, 미호천하류, 미호천 합류전의 순으로 많이 발생되고 있으며, 가장 많은 발생량을 나타내는 조천의 BOD 및 T-P 발생부하량은 각각 26,610.4kg/일과 1,682.947kg/일로 나타남
- 미호천 중권역(미호천하류 및 조천)은 총 배출부하량 중 BOD는 58.6%, T-P는 62.0%의 비중을 차지하고 있음

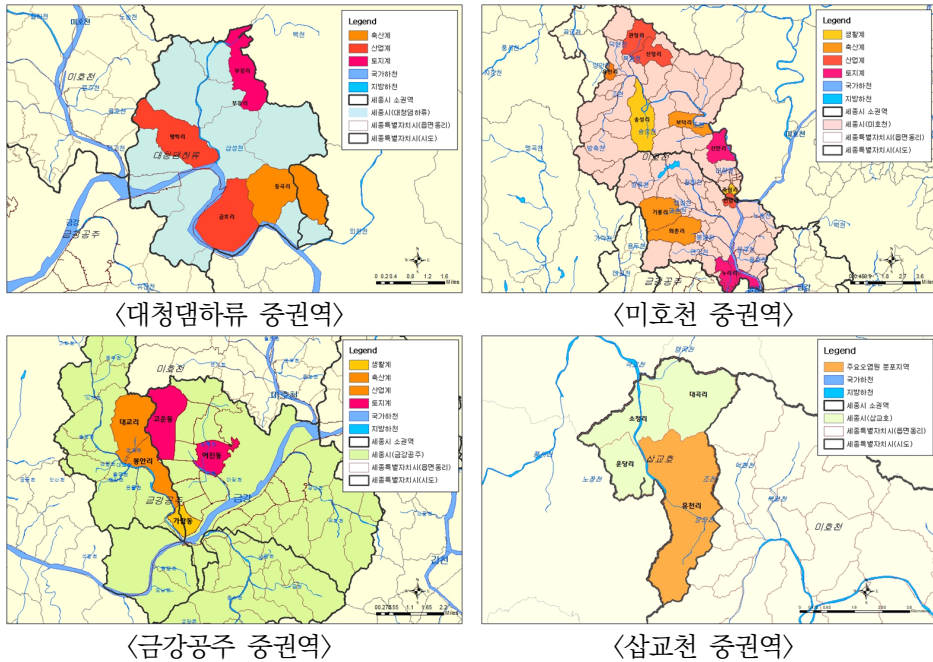


A)BOD 발생부하량, B)BOD 배출부하량, C)T-P 발생부하량, D)T-P 배출부하량

[그림 2] 세종시 중권역 총 발생, 배출부하량 현황

□ **중권역별 주요 오염원 분석**

- 대청댐하류 중권역의 주요 오염원은 산업계 및 축산계로 분석되며, 축산계 중 88.4%(18,023두)가 부강면 등곡리에 집중되어 있음
- 미호천 중권역은 생활계, 축산계, 산업계 및 토지계 등 대부분의 오염원이 높은 비중으로 존재하고 있음
- 미호천 중권역의 생활계 BOD 배출부하량은 555.8kg/일로 세종시 총 생활계 배출부하량의 50.9%에 해당하며, 축산계 배출부하량은 BOD기준 세종시의 77.3%로 나타남
- 산업계 BOD 배출부하량은 세종시의 44.6%, T-P의 배출부하량은 36.4%의 비중을 나타내고 있으며, 토지계는 전의면 유천리가 BOD 배출부하량 203.6kg/일로 가장 높게 나타남
- 삼교천 중권역의 곡교천상류의 주요 오염원은 축산계와 토지계이며, 오염원의 대부분이 전의면 유천리에 분포하고 있음



[그림 3] 세종시 중권역별 주요 오염원 분포

□ **진단 및 중점관리하천 도출**

- 대청댐하류 중권역의 백천은 유량이 부족하여 유입되는 오염원의 영향이 뚜렷하게 나타나고 있으며, 점, 비점오염원 모두 큰 비중을 차지하고 있으므로, 점오염원(산업계)과 비점오염원(토지계)의 오염저감 방지대책과 유량 확보를 위한 대책이 필요함
- 미호천 중류 및 조천 경우 비점오염원의 영향을 크게 받고 있으며, 하류는 중류로부터 내려온 유달부하량과 중류와 조천의 합류점에 위치하고 있는 점 오염원(STP)에 의해 점 및 비점오염원 모두 영향이 큰 것으로 나타남
- 따라서 미호천 중류와 조천의 합류부에서 점오염원의 영향을 저감시켜 금강본류와의 합류 시 오염부하를 저감시킬 필요가 있음
- 금강공주 중권역에서는 대교천의 점 오염원에 대한 지속적인 관리와 비점오염원의 저감방안 및 유량확보를 위한 방안이 필요할 것으로 판단됨

[표 1] 세종시 중권역의 중점관리하천

중권역	중점관리 하천	주요 오염원	LDC 초과 유량구간 및 초과율(%)		Group	
			BOD	T-P	BOD	T-P
대청댐 하류	금강본류	축산계 산업계	평수량(35.7)	갈수량(85.7)	B	B
	백천	산업계 토지계	홍수량(76.2)	갈수량(95.2)	B	A
미호천	미호천 중류	토지계	홍수량(75.0)	홍수량(85.0)	A	A
		축산계				
	미호천 하류	토지계	홍수량(71.4)	홍수량(85.7)	A	A
		축산계	갈수량(71.4)			
조천	토지계	홍수량(50.0)	홍수량(66.7)	B	B	
	축산계					
금강공주	금강본류	토지계	평수량(52.4)	홍수량(38.1)	B	B
		축산계				
	대교천	토지계	홍수량(14.3)	홍수량(66.7)	B	B
		축산계				
	용수천	토지계	갈수량(9.5%)	홍수량(15.0)	B	B
		축산계				

■ 정책건의

- 수생태 및 하천의 건강성을 유지할 수 있는 주요 오염원의 저감방안 및 유지유량의 확보방안을 마련해야 하며, 우심하천에 대한 우선순위를 두어 계획을 수립해야함
- 수질 및 유량 분석을 기준으로 한 우선순위 하천은 수질관리 측면에서는 백천과 미호천종류이며, 유량 측면에서는 대교천과 백천의 우선적 관리가 필요함
- 하천의 기능 개선에 따라 수혜를 받는 권역별 인구밀도가 높은 곳을 기준으로 우심하천에 대한 우선순위를 고려해 볼 때, 조천과 미호천 종류가 합류되는 지점 및 제천, 대교천이 해당됨
- 이 중 수질 및 유량 측면에서 개선이 필요한 하천과 중첩되는 곳은 미호천 종류와 대교천으로 하천 기능 개선에 따른 시민의 수혜혜택이 가장 큰 곳으로 판단됨
- 또한, 세종시의 도농복합특성을 고려하여 신도시지역과 읍·면지역에 따른 오염원 관리방향과 이에 적합한 전략 및 정책을 수립해야함
- 신도시지역은 도시비점원에 대한 관리가 필요하며, 읍·면지역의 경우 생활계, 축산계, 산업계, 토지계의 전반적인 관리가 필요함
- 도시비점오염원은 주로 토지계로 신도시지역의 고운동과 어진동에서 주요하게 발생되고 있으며, 강우시 대교천 및 제천으로 유입되는 특성이 있음
- 대교천은 금강분류와의 하상차로 인해 지속적으로 역행침식이 일어나고 있어 토지계 오염원 및 하상의 퇴적물과 오염물질이 본류로 유출되고 있음
- 따라서 금강분류 합류지점에 식생식목을 통한 토사 유출방지, 하상차가 발생하는 지역의 변위를 파악하고 보호공을 설치하여 유속을 낮추는 등의 하천정비사업이 필요하며, 사업이전에 정확한 분석과 계획이 요구됨
- 대청댐하류 증권역의 가축 밀집사육으로 인한 축산계 비점오염원의 관리를 위해 가축분뇨의 야적 금지와 퇴·액비의 과다살포 및 부적정

관리를 방지해야 함

- 또한 농경지 주변에 비점저류시설인 소류지 설치, 농경지 및 축사주변에 VFS(Vegetable Filter Strip)을 설치하여 강우시 오염물질의 하천유출을 방지해야함
- 현재 등곡리에 위치한 가축분뇨공공처리시설은 처리용량에 한계가 있어 가축분뇨의 자원화 및 에너지화가 가능한 바이오가스화시설을 신설하여 가축분뇨의 처리용량을 증대시킬 필요가 있음
- 유지유량 관리 측면에서도 도심과 읍·면지역의 주변 인프라를 고려한 관리전략 및 정책사업이 필요함
- 도시물순환 및 유량 확보 차원에서 현재 5·6생활권에 적용되어 있는 LID시설(투수블록 등)을 도심 전지역에 확대 설치할 필요가 있으며, 갈수기에 저장된 우수를 방류하여 하천 유지용량으로 활용할 수 있음
- 지류지천의 유량관리를 위해서는 DEP(Dry Extended Pond), 농업용 둠벙 등을 설치하여 강수시 우수를 저류시켜 농업용수로 재이용함으로써 기존의 농업용수 수요를 지류·지천에만 의존하여 발생하는 하천유량 부족 문제를 어느 정도 해소할 수 있음
- 최근물관리기본법 제정에 따른 물관리 일원화로 환경부의 업무가 기존 수질관리에서 수자원, 지하수, 댐 관리까지 확대됨에 따라 지자체 차원에서도 이에 대응하는 전략을 마련할 필요가 있음
- 따라서 향후 수질·유량의 효율적 관리를 통한 지속가능한 물순환체계를 마련하고, 이와 관련한 세종시만의 지역적 특성을 고려한 세부 정책을 수립할 필요가 있음
- 또한 최근 기후변화로 인해 급증하는 환경재해(국지적 가뭄 및 폭우 등)에 대한 전략적인 대응책 역시 마련되어야 할 것임

[표 2] 세종시 지역적, 환경적 특성을 고려한 관리대상 및 정책사업

지역	관리대상	정책사업
신도시 지역	도시비점오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상 퇴적토 유출(역행침식) 방지를 위한 하천정비사업 실시 ▪ 도심 내 강우유출수의 직접적인 하천 유입방지를 위한 식생도랑 또는 침투도랑 설치 ▪ 불투수면 오염물질 축척과 강우 시 오염물질 유출을 저감하기 위한 주기적인 도로변 청소
	도심하천 유지유량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공하수처리시설의 처리수를 이용한 유지유량 공급 ▪ LID시설을 통한 물순환 및 우수유량 확보
읍·면 지역	생활계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소규모 하수처리시설의 광역통합관리 ▪ 하수도 보급률 증대를 위한 하수관거 정비사업
	축산계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가축분뇨처리시설 신설 및 증설 ▪ 가축분뇨의 오염물질을 저감시키는 비점저류시설(소류지) 설치 ▪ 농경지 및 축사 비점 유출 저감시설 VFS(Vegetable Filter Strip) 도입
	산업계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 산업단지 내 완충저류시설 설치 ▪ 산업계 방류수 모니터링을 위한 TMS 모니터링
	토지계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 나대지 녹지화사업 ▪ 하천 내 토사유입 방지를 위한 하천정비사업
	읍·면지역 하천 유지유량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소규모 마을하수처리시설의 처리수를 이용한 유지용수 공급 ▪ 농업용수 재이용을 위한 둠병 및 DEP(Dry Extended Pond) 설치

차 례

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	3
1. 배경 및 필요성	3
2. 연구 목적	3
제2절 연구의 방법 및 내용	4
1. 연구방법	4
2. 연구내용	4
3. 연구결과의 활용 및 기대효과	5
제2장 관련법규 및 제도	7
제1절 관련법규 및 계획의 검토	9
1. 물환경관리 법률적 체계	9
2. 제2차 물환경관리 기본계획	12
3. 금강수계 하천기본계획	14
4. 하천정비기본계획	16
5. 세종시 금강 이용·관리 종합계획	16
제2절 관련제도	18
1. 수질오염총량관리제도	18
2. 지류총량제도	19
제3장 현황 및 여건분석	21
제1절 유역환경 개요	23
1. 세종시 유역현황	23
2. 하천 현황	29
3. 수질환경기준	33

제2절 수질·수생태계 현황	36
1. 수질현황	36
2. 수생태계 현황 및 여건	53
제3절 오염원 및 배출특성 분석	60
1. 오염원 및 환경기초시설 현황	60
2. 오염부하량 현황	75
제4절 오염원인 분석 및 진단	88
1. 주요 오염원 분석	88
2. 오염부하지속곡선(LDC) 분석	95
3. 점 및 비점 배출부하 분석	102
4. 수질 및 유량에 따른 하천 그룹화	105
5. 중권역별 중점관리하천 도출	110
제4장 세종시 수질관리 전략방안 및 정책수립	115
제1절 세종시 하천관리의 우선순위 선정(안)	117
1. 수질 및 유량 기준 우선관리 하천	117
2. 하천기능 개선에 따른 시민의 수혜혜택	118
제2절 도농복합특성을 고려한 전략방안 및 정책사업	120
1. 신도시지역 수질관리 전략방안 및 사업제안	120
2. 읍·면지역 수질관리 전략방안 및 사업제안	125
제3절 하천 유량관리 전략방안 및 정책사업	136
1. 도시하천 유량관리 전략방안 및 사업제안	136
2. 읍·면지역 지류·지천의 유량 관리	140
5장 종합 및 정책제언	143
1절 종합	145
2절 정책제언	158
참고문헌	165

표 차례

[표 2-1]물관리기본법 제정에 따른 물관리 관련 업무이관	10
[표 2-2]수환경 및 수질·생태 관리 분야 법규	11
[표 2-3]제2차 물환경관리 5대 핵심전략	13
[표 2-4]하천관리계획의 구역구분 형태	14
[표 2-5]하천관리계획의 구역구분 형태	17
[표 2-6]세종시 관할 단위유역의 총량단계별 목표수질	18
[표 2-7]유역총량과 지류총량의 구분	19
[표 3-1]금강수계 세종특별자치시 단위유역 현황 및 지역의 범위	26
[표 3-2]금강수계 세종시 시행관리 단위유역 및 행정구역	27
[표 3-3]세종시 하천 현황	29
[표 3-4]세종시 지방하천 현황	30
[표 3-5]금강권역 세종시 해당 중권역 하천의 수질환경목표기준	33
[표 3-6]하천 생활환경기준	34
[표 3-7]수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표	35
[표 3-8]세종시 대청담하류 권역 수질측정망 운영현황	36
[표 3-9]세종시 미호천 권역 수질측정망 운영현황	38
[표 3-10]세종시 금강공주 권역 수질측정망 운영현황	39
[표 3-11]세종시 중권역 수질현황 종합	52
[표 3-12]세종시 관할 중권역의 건강성 평가를 위한 조사지점	53
[표 3-13]세종시 중권역의 부착돌말지수(TDI)	56
[표 3-14]세종시 중권역의 저서동물지수(BMI)	57
[표 3-15]세종시 중권역의 어류평가지수(FAI)	58
[표 3-16]세종시 중권역의 서식수변환경지수(HRI)	59
[표 3-17]세종시 생활계 오염원 현황	60
[표 3-18]세종시 축산계 오염원 현황	62
[표 3-19]세종시 산업계 오염원 현황	64

[표 3-20] 세종시 토지계 오염원 현황	66
[표 3-21] 세종시 양식계 오염원 현황	68
[표 3-22] 세종시 매립계 오염원 현황	70
[표 3-23] 세종시 환경기초시설 현황	72
[표 3-24] 세종시 생활계 오염원 현황	75
[표 3-25] 세종시 축산계 오염원 현황	77
[표 3-26] 세종시 산업계 오염원 현황	79
[표 3-27] 세종시 토지계 오염원 현황	81
[표 3-28] 세종시 양식계 오염원 현황	83
[표 3-29] 세종시 총 오염부하량 현황	86
[표 3-30] 대청댐하류 중권역 주요 오염원	88
[표 3-31] 미호천 중권역 주요 오염원	90
[표 3-32] 금강공주 중권역 주요 오염원	92
[표 3-33] 삽교천 중권역 주요 오염원	93
[표 3-34] 대청댐하류 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가	97
[표 3-35] 미호천 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가	99
[표 3-36] 금강공주 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가	101
[표 3-37] 세종시 점 및 비점 배출부하량(BOD)	102
[표 3-38] 세종시 점 및 비점 배출부하량(T-P)	104
[표 3-39] 하천 그룹화에 따른 지표	105
[표 3-40] 하천의 필요유량 산정기준	108
[표 3-41] 필요유량 산정기준에 따른 평균/필요유량비	109
[표 3-42] 대청댐하류 중권역의 중점관리 하천	110
[표 3-43] 미호천 중권역의 중점관리 하천	112
[표 3-44] 금강공주 중권역의 중점관리 하천	113
[표 4-1] 우심하천의 비교분석	118
[표 4-2] 중권역별 하수도 편입율	125
[표 5-1] 세종시 중권역별 수생태계 변화	146
[표 5-2] 세종시 총 오염부하량 현황	147
[표 5-3] 세종시 금강수계 중권역 주요 오염원 및 배출부하량	150

[표 5-4] 세종시 삼교수계 중권역 주요 오염원	151
[표 5-5] 대청댐하류 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가	152
[표 5-6] 미호천 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가	153
[표 5-7] 금강공주 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가	154
[표 5-8] 세종시 점 및 비점 배출부하량	155
[표 5-9] 세종시 중권역의 증점관리 하천	157
[표 5-10] 우심하천의 관리 우선순위(안)	159
[표 5-11] 세종시 지역적, 환경적 특성을 고려한 관리대상 및 정책사업 ..	160

그림 차례

[그림 1-1] 연구방법 및 내용	5
[그림 2-1] 제2차 물환경관리 기본계획의 체계	13
[그림 2-2] 계획하천의 하천별 구역구분 분포도	15
[그림 2-3] 세종시 금강 이용·관리 종합계획의 지구별 핵심사업	17
[그림 3-1] 금강권역(중권역)내 세종시 위치도	24
[그림 3-2] 세종시 소권역별 하천 수계도	25
[그림 3-3] 금강수계 세종특별자치시 단위유역도	28
[그림 3-4] 세종시 대청댐하류 유역 하천 수질측정망 위치도	37
[그림 3-5] 세종시 미호천 권역의 소권역별 수질측정망 위치도	38
[그림 3-6] 세종시 금강공주 권역의 소권역별 수질측정망 위치도	40
[그림 3-7] 세종시 관할 금강수계의 상·하류 수질변화	42
[그림 3-8] 대청댐하류(세종1, 백천, 청원-1) 월평균 수질	44
[그림 3-9] 미호천(미호천5A, 조천, 조천-1) 월평균 수질	46
[그림 3-10] 미호천(월하천, 미호천6-1) 월평균 수질	47
[그림 3-11] 금강공주(연기, 금남, 용수천) 월평균 수질	49
[그림 3-12] 금강공주(용수천-1, 대교천, 대교천2, 세종2) 월평균 수질	51
[그림 3-13] 금강 대권역 지점별 수생태계 조사 및 평가 지점	55
[그림 3-14] 연도별 세종시 중권역의 TDI 변화	56
[그림 3-15] 연도별 세종시 중권역의 BMI 변화	57
[그림 3-16] 연도별 세종시 중권역의 FAI 변화	58
[그림 3-17] 연도별 세종시 중권역의 HRI 변화	59
[그림 3-18] 세종시 소권역별 생활계 오염원 현황	61
[그림 3-19] 세종시 소권역별 축산계 오염원 현황	63
[그림 3-20] 세종시 소권역별 산업계 오염원 현황	65
[그림 3-21] 세종시 소권역별 토지계 현황	67
[그림 3-22] 세종시 소권역별 양식계 현황	69

[그림 3-23] 세종시 소권역별 매립계 현황	71
[그림 3-24] 세종시 소권역별 환경기초시설 현황	73
[그림 3-25] 세종시 중권역 환경기초시설현황 및 하천모식도	74
[그림 3-26] 세종시 중권역 생활계 발생, 배출부하량 현황	76
[그림 3-27] 세종시 중권역 축산계 발생, 배출부하량 현황	78
[그림 3-28] 세종시 중권역 산업계 발생, 배출부하량 현황	80
[그림 3-29] 세종시 중권역 토지계 발생, 배출부하량 현황	82
[그림 3-30] 세종시 중권역 양식계 발생, 배출부하량 현황	84
[그림 3-31] 세종시 중권역 매립계 발생, 배출부하량 현황	85
[그림 3-32] 세종시 중권역 총 발생, 배출부하량 현황	87
[그림 3-33] 대청댐하류 중권역 주요오염원 분포	89
[그림 3-34] 미호천 중권역 주요오염원 분포	91
[그림 3-35] 금강공주 중권역 주요오염원 분포	92
[그림 3-36] 삽교천 중권역 주요오염원 분포	94
[그림 3-37] 대청댐하류 중권역 LDC곡선	96
[그림 3-38] 미호천 중권역 LDC곡선	98
[그림 3-39] 금강공주 중권역 LDC곡선	100
[그림 3-40] 세종시 중권역별 점 및 비점 배출부하(BOD)	103
[그림 3-41] 세종시 중권역별 점 및 비점 배출부하(T-P)	104
[그림 3-42] 하천의 평균 유량 및 농도를 통한 그룹화(BOD)	106
[그림 3-43] 하천의 평균 유량 및 농도를 통한 그룹화(T-P)	107
[그림 3-44] 대청댐하류 중권역 중점관리 하천	111
[그림 3-45] 미호천 중권역 중점관리 하천	112
[그림 3-46] 금강공주 중권역 중점관리 하천	114
[그림 4-1] 세종시 하천 권역별 인구밀도	119
[그림 4-2] 역행침식으로 인한 대교천의 사면 유실	121
[그림 4-3] 비점오염저감시설인 인공습지 및 침투도랑 설치 예시	123
[그림 4-4] 세종시 조치원 비점오염저감시설(인공습지) 계획	124
[그림 4-5] 소규모 하수처리시설의 통환관리시스템(온새미로) 개념도	127
[그림 4-6] 가축분뇨바이오가스화 시설 사례	129

[그림 4-7] 사육농가의 비점오염 방지를 위한 소류지 설치 사례	130
[그림 4-8] 옥천군 축산농가에 설치된 VFS 사례	131
[그림 4-9] 산업단지 내 완충저류시설 설치 조감도	133
[그림 4-10] 하천의 퇴적토 및 비점오염원을 저감하기 위한 하상 준설 ..	135
[그림 4-11] 투수블럭의 투수성비교 및 활용	138
[그림 4-12] 투수저류형 LID시설의 모식도	138
[그림 4-13] Dry Extended Pond 사례	141
[그림 4-14] 논 가장자리에 조성된 둠벙 전경	142
[그림 5-1] 세종시 증권역 총 발생, 배출부하량 현황	148
[그림 5-2] 세종시 증권역별 주요 오염원 분포	151
[그림 5-3] 하천의 평균 유량 및 농도를 통한 그룹화	156

서론

1. 연구배경 및 목적
2. 연구방법 및 내용

제1장 서론

제1절 연구배경 및 목적

1. 배경 및 필요성

- 세종시의 수질관리 현황 및 물 문제 분석 등에 대한 기초자료가 미흡한 실정임
 - 금강 상류 상수원 문제와 하류 보령댐 가뭄대책 등에 치우쳐 금강 유역회의 등에서 세종시만의 정책 제시가 미흡함
- 환경부 정책에 맞는 세종시 수질관리 전략 수립이 필요함
 - 세종시만의 핵심이슈 과제 마련 등 시급
- 그간의 수질관리는 점오염원을 중심으로 수행되었으나 환경기초시설의 관리만으로는 한계가 있으며, 점오염원 외에 지류에서 배출되는 오염 물질의 발생원 및 배출특성 등을 파악할 필요가 있음
- 또한 지류에서 발생하는 수질문제는 본류에까지 영향을 미치기 때문에 맑은 수자원의 확보를 위해 지류의 수질개선이 필요하며, 수질이 불량한 특정 지류에 대해서는 집중관리가 필요함
- 세종시의 지역적, 환경적 특성을 고려한 수질관리 전략을 수립할 필요가 있음

2. 연구 목적

- 세종시의 수질 및 수생태계 현황 분석 및 진단을 통해 중점관리지역을 도출하고자 함
- 세종시의 지역적, 환경적 특성을 고려한 수질관리 전략 및 관련 정책 사업을 수립하고자 함

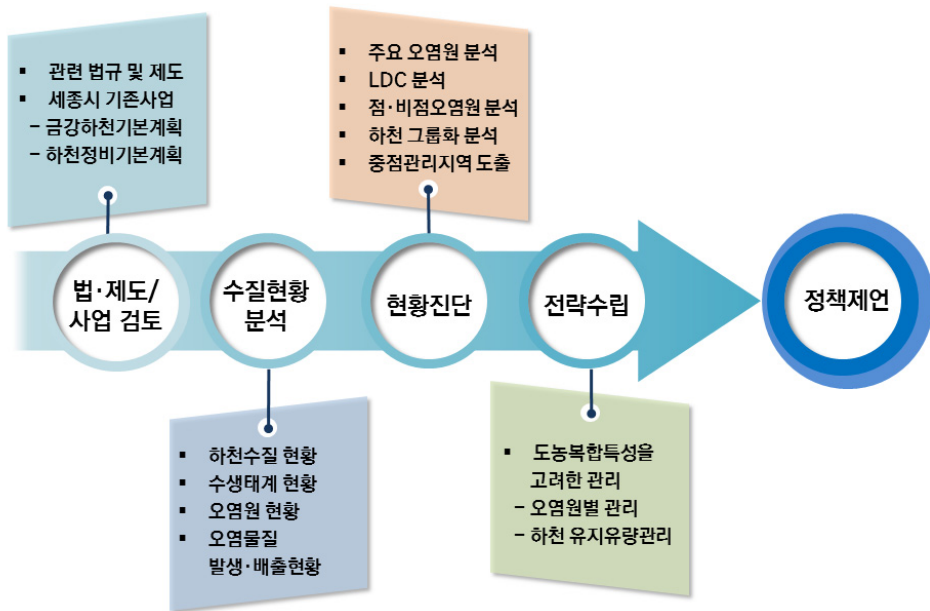
제2절 연구방법 및 내용

1. 연구방법

- 물환경관리 법률 및 제도 검토
 - 환경정책기본법, 물환경보전법, 물관리기본법, 수질오염총량관리제도
 - 제2차 물환경관리 기본계획, 하천정비기본계획 등
- 세종시 중권역별 수질 현황 및 여건 분석
 - 환경부 물환경정보시스템 수질측정망, 금강수환경모니터링, 하천정비 기본계획 보고서 등 조사
- 오염원 현황 분석 및 오염물질 배출 특성 분석
 - 전국오염원조사 통계 조사자료 분석
 - 세종시 3단계 수질오염총량관리 시행계획 2016년도 이행평가 자료 활용
- 중점관리지역 도출을 위한 주요 오염원 분석, 부하지속곡선(LDC, Load Duration Curve), 점·비점오염원 분석, 하천 그룹화 분석
- 오염원별 관리 및 하천 유지유량 관리방안 등 전략제시

2. 연구내용

- 세종시 관할 금강 분류 및 지류·지천에 대한 수질·수생태계 현황 및 오염원 분석
- 오염물질 발생 및 배출 특성 분석
- 현황진단을 통한 중점관리지역 도출
- 세종시의 지역적 환경적 특성을 고려한 수질관리 전략 및 정책 수립



[그림 1-1] 연구 방법 및 내용

3. 연구결과의 활용 및 기대효과

- 세종시의 도농복합도시 특성에 적합한 수질관리 정책 수립에 기여
- 정부의 물관리 정책 추진에 맞는 세종시 물 문제 현안 이슈 제시를 위한 기초자료로 활용

관련법규 및 제도

1. 관련법규 및 계획의 검토
2. 관련제도

제2장 관련법규 및 제도

제1절 관련법규 및 계획의 검토

1. 물환경관리 법률적 체계

- 수환경 및 수질·생태 관리 분야 법규에는 환경정책기본법, 물환경보전법, 물관리기본법 등이 있음

1) 환경정책기본법

- 환경정책기본법의 주요내용은 환경기준의 설정, 국가환경종합계획의 수립, 특별종합대책의 수립 등의 법률을 제정하고 있음
- 이에 따라 주기적인 대기, 수질, 토양, 수생태계 등의 환경종합계획 수립과 환경오염이 우려되는 지역의 환경오염 및 훼손을 최소화하기 위한 특별종합대책 등이 의무화 되어 수립 및 시행되고 있음
- 환경정책기본법에 의거한 환경기준은 환경분야의 전반적인 기준을 제시하고 있으며, 수환경 및 수질 등에 관련된 기준으로는 수질 및 수생태계의 하천, 호소, 지하수 등에 관한 기준을 설정하고 있음

2) 물환경보전법(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률)

- 물환경보전법은 수질 및 수생태계의 보전을 위한 오염총량제, 수질 및 수생태계의 조사 및 평가, 점오염원의 관리에 관한 사항들을 제정하고 있음
- 법률 제정에 따라 각 수계의 오염물질을 총량으로 조사 및 관리하고, 점오염원의 오염부하량의 할당 및 오염물질 배출자에 관해 조치명령 등의 근간이 되는 법률임(하위 법률로는 금강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 등이 있음)

3) 물관리기본법

- 현재까지 물관리에 대한 사항은 다원화¹⁾되어 부처간 협력이 어렵고 계획 수립 시 중복되거나 누락되는 문제가 발생하였음
- 이에 따라 물관리기본법 제정(2018.6.12. 제정, 2019.6.13. 시행)을 통하여 국가 물관리 정책을 총괄할 수 있는 기구(국가물관리위원회)를 구성하고, 물관리 중요사항의 심의·의결 및 물 관련 계획과 정책에 대해 관련 기관 사이의 갈등을 조정할 수 있는 기능을 수행토록 함
- 국가물관리위원회를 통해 물관리 중장기 전망, 물관리 기본목표와 정책의 기본방향 등을 제시하고 관련 부처에서는 기본계획에 따라 유역별 계획을 수립함으로써 업무의 분산 및 비효율성이 개선될 것으로 기대하고 있음

[표 2-1] 물관리기본법 제정에 따른 물관리 관련 업무이관

소관법률	환경부 이관	국토부 존치
소관법률 (7개)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수자원법 ▪ 지하수법 ▪ 댐건설법 ▪ 친구역법 ▪ 한국수자원공사법 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천법 ▪ 하천편입토지보상법
기능	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 수문조사 ▪ 광역상수도 ▪ 댐운영관리 ▪ 수자원산업육성 ▪ 홍수통제(수량결정) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천 점용허가 ▪ 하천공사 및 유지보수 ▪ 하천시설 관리
조직	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (본부) 수자원정책국(3개과) ▪ (소속) 홍수통제소(4개) ▪ (산하) 수자원공사 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (본부) 하천계획 존치 ▪ (소속) 지방국토청(5개)

1) 물관련 법령은 하천법, 댐건설 및 주변지역지원등에 관한법률 등 수량관리 분야의 건설교통부와 소하천정비법을 관장하는 행정자치부, 전원개발에관한특례법 등의 산업자원부, 환경정책기본법, 수질환경보전법 등 수질관리 분야의 환경부, 재해관리 분야의 행정자치부, 농어업재해대책법 등의 농림부로 나뉘어져 각 부처별로 관리기준이 나누어져 있음

[표 2-2] 수환경 및 수질·생태 관리 분야 법규

법률명칭	제(개)정 년도	주요내용	비고
환경정책 기본법	1991	- 환경기준의 설정 - 국가환경종합계획의 수립 - 특별종합대책의 수립 - 분쟁조정 및 피해규제 - 법제상 및 재정상의 조치 등	(구)환경보전법
수도법	1961	- 수도정비기본계획의 수립 - 일반수도 사업 - 공업용수도 사업 - 전용수도사업	1994년 건설부(현 국토교통부) 에서 환경부로 이관
하수도법	1966	- 국가하수도종합계획의 수립 - 공공하수도의 설치와 관리 - 개인하수도의 설치와 관리 - 하수·분뇨 관련 영업 - 비용부담 등	- 상동
물환경보전법	2018	- 공공수역의 수질 및 수생태계보전 - 물 환경관리기본계획수립 - 점 오염원의 관리 - 기타 수질오염원의 관리 등	(구)수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(2017)
먹는물관리법	1995	- 먹는 물의 수질관리 - 샘물의 개발 및 보전 - 영업허가 - 자가품질검사 등	
금강 수계 물관리 및 주민지원법	2014	- 수변구역의 지정관리 - 오염총량관리제의 실시 - 주민지원사업등의 실시 - 환경기초시설설치 조치 - 재원확보 및 관리	
물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률	2010	- 물재이용 기본계획의 수립 - 빗물이용시설 및 중수도의 설치관리 - 하·폐수처리수 재이용시설의 설치기준 및 관리 - 하·폐수처리수 재처리수의 요금 - 재정지원 등	
물관리기본법	2018	- 물관리기본원칙 제정 - 국가물관리위원회 구성 및 기능 - 국가물관리기본계획 수립 - 물분쟁 조정 - 물문화 육성 및 국제협력사항 등	시행 (2019.06.13.)

자료 : 환경부 홈페이지(<http://me.go.kr>)

2. 제2차 물환경관리 기본계획

1) 물환경관리 기본계획의 개요

- 물환경관리 기본계획은 기존 여러 분야별로 추진되었던 정책의 개연성을 높여 통합적으로 관리하는 체계를 구축하고, 물환경관리에 영향을 미칠 이슈들을 분석하여 정책의 목표와 방향을 제시하는 기준점의 목적을 둠
- 이는 전국의 물환경관리 정책의 목표와 방향을 제시함으로써 수질, 수량 관리 및 수생태계 보전을 위한 정부 물환경관리 정책의 최상위 계획으로 물환경 관리 대책 수립의 지침서 역할을 수행함
- 물환경관리 기본계획은 환경부 장관이 10년마다 수립하고 이를 기준점으로 유역환경청장이 4대강 대권역 계획을 수립하여야 함
- 또한, 수질 및 수생태계 목표 미달 등의 문제가 발생하여 계획 수립이 필요한 경우, 유역청장이 중권역 계획을 수립하며, 소권역은 시장, 군수, 구청장이 수립함

2) 물환경관리 기본계획의 체계

- 제 2차 물환경관리 기본계획은 2016년부터 2025년까지 하천, 호소, 연안 등 전 국토의 물환경에 걸쳐 ‘방방곡곡 건강한 물이 있어 모두가 행복한 세상’이라는 비전을 가지고 깨끗한 물의 확보 및 자연과 상생하는 건강한 물 순환 구조를 달성하는 것을 목적으로 하고 있음
- 목적을 달성하기 위한 5개의 핵심전략은 물순환 체계 확립, 유역통합 관리를 통한 수자원확보, 수생태계 건강성 제고, 안전한 물환경 기반조성, 물환경 가치 창출 등으로 제시하고 있음



[그림 2-1] 제2차 물환경관리 기본계획의 체계

[표 2-3] 제2차 물환경관리 5대 핵심전략

핵심전략	내 용
핵심전략1	건강한 물순환 체계 확립 불투수면적률 25% 초과 51개 소권역의 지역별 물순환 목표 설정 * 기본계획 5년차 평가 시까지 정량화된 지표 개발산정하여 국가 목표 설정
핵심전략2	유역통합관리로 깨끗한 물 확보 주요 상수원의 수질 좋음(I) 등급(BOD*·T-P 기준) 달성 *하천 목표기준에 TOC 도입 시('21년) 기준 변경 검토
핵심전략3	수생태계 건강성 제고로 생태계 서비스 증진 전국 수체의 수생태계 건강성 양호(B) 등급 달성
핵심전략4	안전한 물환경 기반 조성 산업폐수 유해물질 배출량 10% 저감(2010~2015년 평균 대비) 4대강 상수원 보의 총인 농도와 남조류세포수 일정 수준 이하 유지
핵심전략5	물환경의 경제·문화적 가치 창출 국민 물환경 체감 만족도 80% 이상 달성

자료 : 환경부, 「제2차 물환경관리 기본계획」

3. 금강수계 하천기본계획

1) 금강수계 하천기본계획의 개요

- 금강수계 하천기본계획은 국가하천인 금강, 미호천, 갑천, 유등천에 대하여 기초자료를 수집하고 분석하여, 하천에 맞는 목표와 하천의 정비, 이용, 보전에 관한 방향 및 지표를 제시하고 있음
- 금강수계 하천기본계획의 수립은 유역의 특성을 고려하고 관련계획에 부합할 수 있으며, 이·치수 환경적 기능이 조화를 이루도록 다음과 같이 기본방향을 설정하고 있음
 - 상위 관련계획에 부합되도록 기본계획 수립
 - 일관성 있고 합리적인 계획수립
 - 하천과 지역주민의 생활이 조화를 이루도록 계획 수립
 - 지속적인 이·치수사업의 시행이 가능한 계획 수립

2) 하천관리계획의 설정

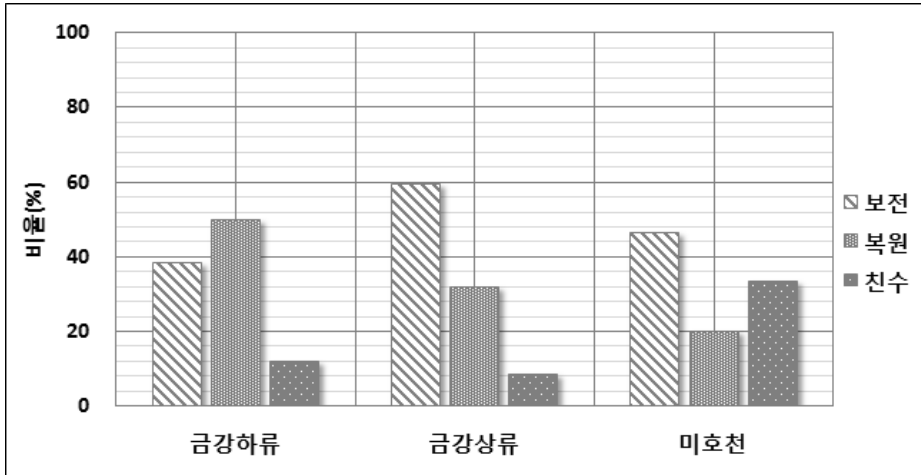
- 하천관리계획의 수립에 앞서 대상하천의 일관된 하천관리와 적절한 시설물 배치계획을 위해 기능 및 관리목적에 따라 하천의 구역을 나누고 하천자연도 평가를 시행하여 관리계획을 설정함

[표 2-4] 하천관리계획의 구역구분 형태

구역명	내 용
보전구역	생태계, 역사·문화 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고 일상적인 유지관리가 증점적으로 필요한 구역
복원구역	직강화, 콘크리트호안, 복개 등으로 인해 파괴된 생태계, 역사·문화, 경관의 복원 또는 개선이 증점적으로 필요한 지역
친수구역	인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 구역으로 산책로, 생태공원, 체험학습장 등 자연친화적 주민이용시설 조성이 증점적으로 필요한 구역

자료 : 국토해양부(2011), 「금강수계 하천정비기본계획」

- 금강수계 하천기본계획의 국가하천 중 세종시 관할 하천인 금강하류 및 미호천의 하천관리계획 구역구분 형태는 다음과 같으며, 금강하류는 복원 구역이 49.8%를 미호천은 보전구역이 46.5%로 높게 구분되어 있음



[그림 2-2] 계획하천의 하천별 구역구분 분포도

3) 금강수계 하천관리계획의 수립

- 금강수계 하천들은 유역내 주요 농업용수 공급원 및 홍수소통 등의 이·치수 기능을 담당하고 있고, 수려한 자연을 포함하여 각종 관광자원과 조화된 친수기능, 생태서식처 제공 등의 다양한 환경적 기능을 담당하고 있으므로, 이러한 여러 순기능을 보전할 수 있도록 다음과 같은 계획을 포함하여 수립함
 - 홍수시 안전한 홍수소통을 위해 제방의 축제 및 보축 등 하천개수 사업 계획
 - 이·치수 측면을 고려하고 생태계의 다양성 창출, 자연스러운 경관 연출, 하천수질 개선 등의 목표 설정과 이를 실현하기 위한 수환경, 공간환경 계획
 - 하천수질을 보전하기 위한 방안으로 점오염원 처리대책과 비점오염관리 대책
 - 하천부지를 이용한 수역에서의 직접 정화 대책 등

4. 하천정비기본계획

- 하천정비기본계획은 여러 지방하천에 대해 하천의 현황과 하상분석 물수지 분석 등을 통해 하천의 문제점을 도출하고 이에 따른 계획을 수립함
- 세종시에는 38개 지방하천에 대하여 수립된 하천정비기본계획이 있으며, 금강수계 하천정비기본계획의 방향과 지표에 맞춰 이·치수 측면의 보강과 이를 통한 환경적 측면을 개발하는 목적을 담고 있음
- 또한, 세부적인 하천의 기준과 하천환경 보전을 중요시하며, 유역 내 점오염원 및 비점오염원에 대한 방안을 제시하고 있음

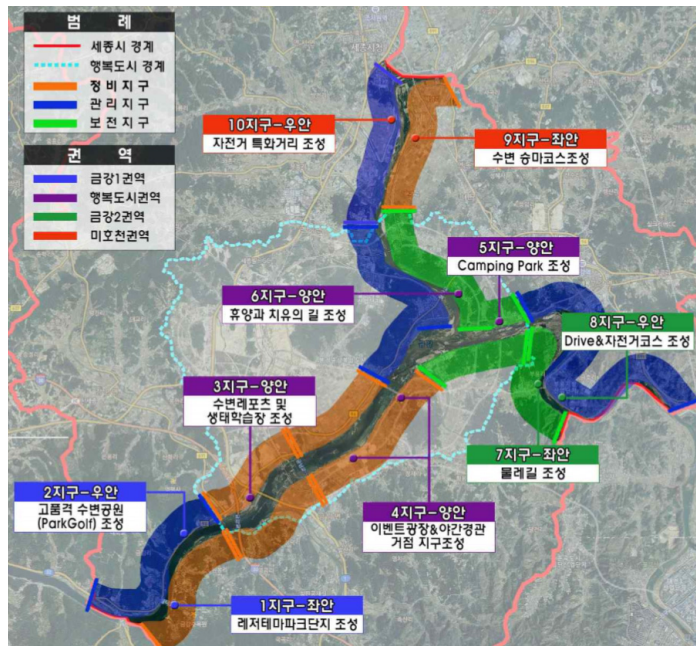
5. 세종시 금강 이용·관리 종합계획

- 세종시의 출범에 따라 세종시 관할 금강수계는 세종시로 관리권한이 이행되었고, 세종시 관할구역 내 하천의 개발수요증가 및 난개발 방지를 위한 대응책으로 '세종시 금강 이용·관리 종합계획'이 수립됨
- 세종시 금강 이용·관리 종합계획에서는 권역별 종합여건 분석 및 쟁점을 도출하여 구역별 핵심 사업을 구상하고 이용관리 방안 등을 제시하고 있음
- 권역별 여건분석으로는 자연환경분석과 금강 대상 기 수립된 계획 검토, 행복도시 관련 개발계획 검토, 토지이용현황 조사 등을 실시하였고, 이에 따라 권역별 쟁점을 도출함
- 세종시 관할 하천의 권역별 쟁점은 주로 공공성 있는 수변공간 조성 및 활성화로 도출됨

[표 2-5] 하천관리계획의 구역구분 형태

권역	구분	쟁점
금강1권역	좌안	기 조성된 시설 및 주변자원과의 연계 (주변 관광자원을 활용한 수변공간 활성화)
	우안	주민, 관광객을 위한 수변공간 필요 (휴식·여가공간을 제공할 수 있는 수변공간 조성)
행복도시권역	좌안	중앙행정기관 및 국책연구기관 등 주요시설 이전 (공공성을 부여한 수변공간 조성)
	우안	기 수립된 계획 내용 수용 (금강·미호천 관련 기수립된 계획 수용)
금강2권역	좌안	자연환경을 최대한 보존하며 수변경관 감상 (수변생태환경 보존)
	우안	주변 여건을 고려한 조화로운 개발 방향 (세종시 이미지를 부각시키는 수변공간조성)
미호천권역	좌안	제내지를 활용한 적극적인 수변 개발 (관광객 유치를 위한 다양한 프로그램 모색)
	우안	수변을 활용한 신도심-구도심 연계 (수변공간을 통해 연계할 수 있는 방안 모색)

자료 : 세종특별자치시(2013), 「세종시 금강 이용·관리 종합계획 수립」



자료 : 세종특별자치시(2013), 「세종시 금강 이용·관리 종합계획 수립」

[그림 2-3] 세종시 금강 이용·관리 종합계획의 지구별 핵심사업

제2절 관련제도

1. 수질오염총량관리제도

1) 개요

- 기존 하천의 농도규제(배출허용기준) 기준 관리제도는 비효율적 농도규제 및 하천 환경기준 달성 미흡 등의 문제를 야기하였음
- 이를 개선하기 위해 유역 내 오염부하량을 설정 및 할당하고 경제주체들의 책임성을 강화하여 목표수질을 적기에 달성하기 위해 수립된 제도임

2) 운영현황

- 단계별 각 수계 기본계획 수립에 의해 BOD, T-P 항목에 대하여 시행 계획을 수립하고, 이행평가를 실시하여 관리함
- 할당된 오염부하량의 준수, 초과여부를 판단하고 계획하여 앞으로의 개발 사업 및 개선사업, 삭감계획 등을 수립 및 이행하고 있음
- 세종시 관할 단위유역의 총량단계별 목표수질은 다음 표와 같음

[표 2-6] 세종시 관할 단위유역의 총량단계별 목표수질

단위유역	채수지점	단계	BOD	T-P	비고
금본G	세종 부강면 부강리 부강가교	1단계	2.4	-	시·도 경계
		2단계	2.4	-	
		3단계	2.3	0.081	
금본H	세종 연기면 세종리 금남교	1단계	2.9	-	시·도 경계
		2단계	2.9	-	
		3단계	2.9	0.094	시·도경계(금본H 단위유역 : 3단계 시·도경계 추가지점)

단위 유역	채수지점	단계	BOD	T-P	비고
금본I	충남 청양군 목면 신흥리	1단계	2.9	-	
		2단계	2.9	-	
		3단계	2.9	0.089	
미호B	세종 연동면 예양리 미호교	1단계	4.3	-	시·도 경계
		2단계	4.3	-	
		3단계	4.1	0.140	
미호C	세종 연기면 세종리 월산교	1단계	4.4	-	
		2단계	4.4	-	
		3단계	4.4	0.137	

자료 : 수질총량정보시스템, 「수질오염총량관리제도, 운영현황」

2. 지류총량제도

1) 개요

- 하천의 수질을 수질오염총량제로 관리하고 있으나, 본류와 연결되어 있는 여러 지류의 영향을 받아 본류의 수질이 악화되는 사례가 발생하고 있음
- 이에 따라, 지류·지천 중심 수질개선 대책을 수립하여 통합 집중형 투자를 추진하는 방식으로 목표수질을 달성하는 지류총량제 시범사업을 실시하고 있음

[표 2-7] 유역총량과 지류총량의 구분

구 분	유역총량	지류총량
공간범위	수계 내 모든 지역	특정 지류 지역
대상 오염물질	단일 공통 오염물질 (BOD, T-P)	지류별 다양한 오염물질 (유기물, 영양물질, 유해물질 등)
목표수질	주요 상수원(본류)의 목표달성을 위한 단위유역별 목표수질 설정	지류별 오염물질별 수질개선을 위한 목표설정
관리기준	단일 공동 유량조건 (저수, 평수)	다양한 유량조건
지역참여	의무적	자발적

자료 : 지류총량정보시스템(<http://tmdlms.nier.go.kr/TRIB/>)

현황 및 여건분석

1. 유역환경 개요
2. 수질·수생태계 현황
3. 오염원 및 배출특성 분석
4. 오염원인 분석 및 진단

제3장 현황 및 여건분석

제1절 유역환경 개요

1. 세종시 유역현황

1) 용어의 정의

- 유역이란 강물이 모여서 흘러드는 지역 어느 한 지점을 동일한 유출점으로 갖는 지표면의 범위를 말함(집수구역)
- 권역은 편의상 여러 수계(동일 유역에 속하고 공통의 하구로 흘러들어오는 모든 유로를 총칭)를 묶어서 만든 임의의 지역
- 수계란 하구(바다와 만나는 본류 하천의 종점)를 기준으로 하였을 때 본류 하천의 유역에 속하는 하천의 총칭을 말함

2) 물환경 관리유역의 구분

- 『수질 및 수생태계 보전에 관한 법률』에 따라 환경자료의 수집 및 관리와 이수 및 치수 등을 고려하여 수계구간에 따라 '중권역'으로 구분하고, 이를 다시 개별하천을 중심으로 행정구역 경계에 따라 '소권역'으로 구분함
- 한편, 수질오염총량관리 기본방침²⁾에 따라 목표수질 설정 수계구간 및 그 영향을 주는 유역을 단위유역으로 구분하고, 이를 다시 배수구역 단위인 '소유역'으로 구분하고 있음

3) 세종시 권역별 현황

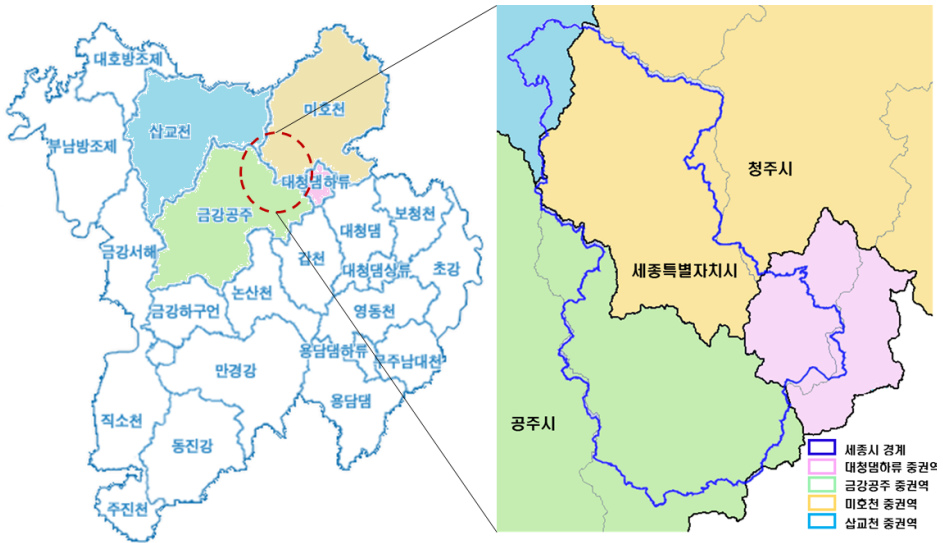
- 금강권역은 5개의 수계로 구분되며, 각각 금강수계, 삼교천수계, 만경

2) 환경부 훈령 제1042호(2013년 개정)

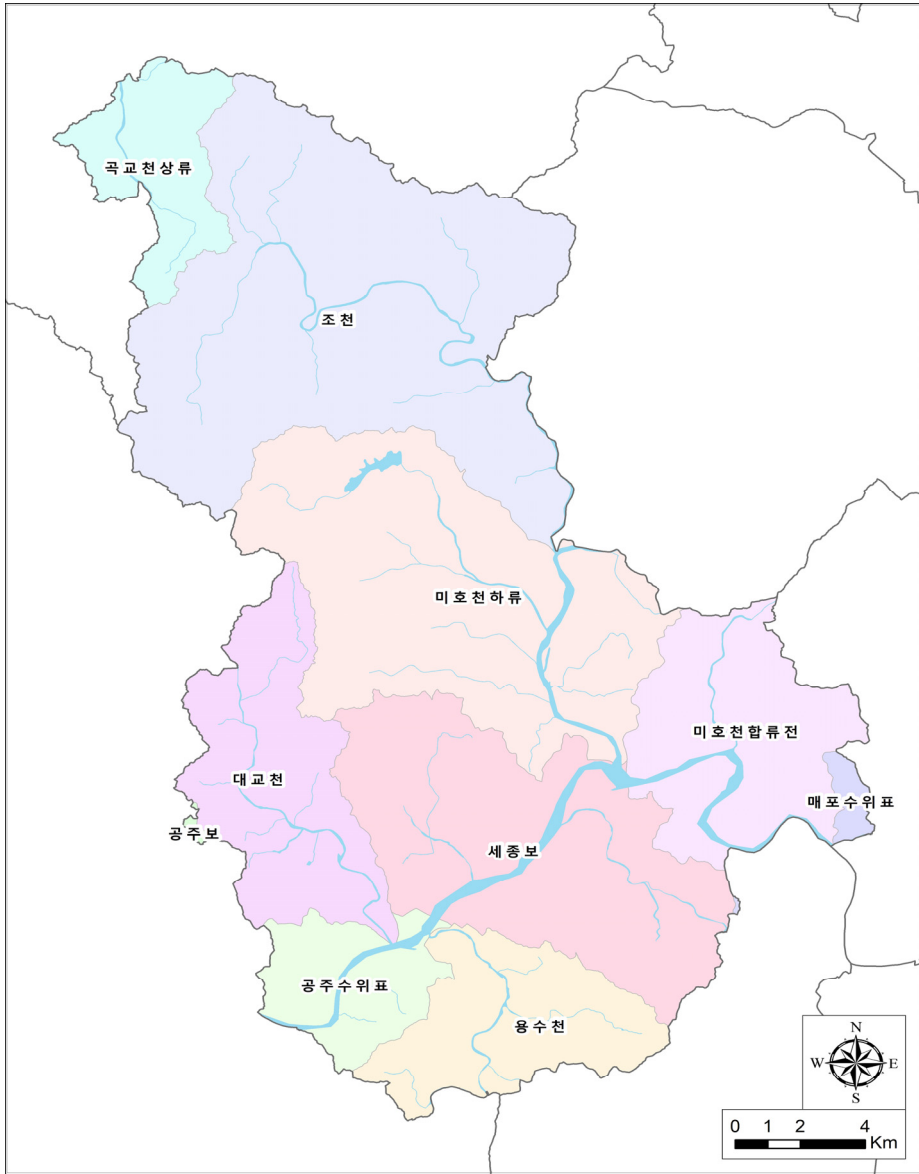
강수계, 동진강수계, 금강서해권수계임

○ 세종시는 금강수계와 삼교천수계에 해당하며, 4개의 중권역과 8개의 소권역으로 이루어져 있음

- 대청댐하류 중권역 : 미호천합류전
- 미호천 중권역 : 미호천하류, 조천
- 금강공주 중권역 : 용수천, 대교천, 공주수위표, 세종보
- 삼교천 중권역 : 곡교천상류



[그림 3-1] 금강권역(중권역)내 세종시 위치도



[그림 3-2] 세종시 소권역별 하천 수계도

4) 세종시 단위유역 현황

- 수질오염총량관리를 위한 세종시의 단위유역 현황은 다음과 같으며, 5개의 총량관리단위유역으로 분류되고 있음³⁾
- 금강수계 수질오염총량관리 각 단위유역의 면적 중 세종시 관할 면적은 442.9km²이며, 대부분 금본H(49.54%)와 미호C유역(49.18%)에 해당함
- 세종시의 단위유역별 소유역은 31개로 구분되며, 미호C유역에 10개, 금본H유역에 18개, 금본G, 미호B, 금본I유역에 각각 1개의 소유역이 있음

[표 3-1] 금강수계 세종특별자치시 단위유역 현황 및 지역의 범위

단위유역	목표수질 설정 수계구간 및 그 영향을 주는 유역	전체면적 (km ²)
금본G	금강수계 구간 중 대청댐 방류수문후 ~ 세종특별자치시 금남면 부용리	100.961
금본H	금강수계 구간중 백천합류후 세종특별자치시 금남면 부용리이후 ~ 세종특별자치시 연기면 세종리	346.745
금본I	금강수계 구간중 세종특별자치시 연기면 세종리이후 ~ 어천합류후 청양군 목면 신흥2리	672.466
미호B	미호천수계 구간 중 보강천합류점후 ~ 청주시(청원군) 및 세종특별자치시 경계점	613.421
미호C	미호천수계 구간 중 청주시(청원군) 및 세종특별자치시 경계점후 ~ 금강본류 합류점전	226.703

자료 : 세종특별자치시, 「제3단계 세종특별자치시 금강수계 수질오염총량관리 기본계획」

3) 세종시가 포함하는 삽교천수계는 수질오염총량관리지역으로 수립되지 않음

[표 3-2] 금강수계 세종시 시행관리 단위유역 및 행정구역

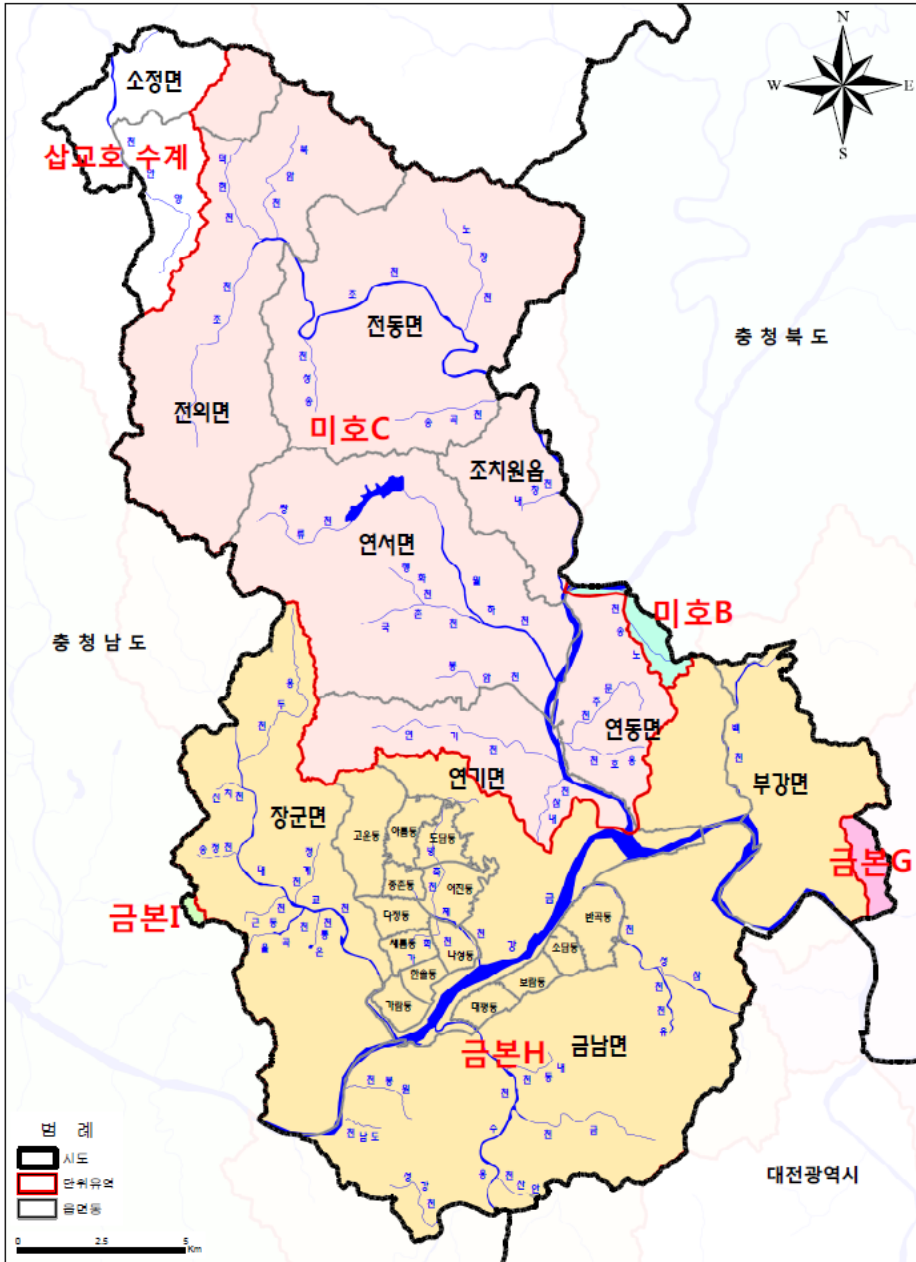
시행관할 단위유역	행정구역		면적 ^{1),2)} (km ²)
	면	리	
합계	-	-	442.9
금분G	부강면	등곡리, 노호리	2.4 (0.55%)
금분H	연기면	산울리, 세종리, 한별리, 해밀리	219.4 (49.54%)
	연동면	명학리, 용암리, 합강리, 응암리	
	부강면	갈산리, 금호리, 등곡리, 노호리, 문곡리, 부강리, 산수리, 행산리	
	금남면	감성리, 국곡리, 금암리, 금천리, 남곡리, 달전리, 대박리, 도남리, 도암리, 두만리, 박산리, 발산리, 봉암리, 부용리, 성강리, 성덕리, 신초리, 영곡리, 영대리, 영치리, 용담리, 용포리, 원봉리, 장재리, 집현리, 축산리, 호탄리, 황용리	
	장군면	금암리, 대교리, 도계리, 봉안리, 산학리, 송문리, 송정리, 송학리, 용암리, 용현리, 은용리, 태산리, 평기리, 하봉리	
	동지역	가람동, 고운동, 종촌동, 한솔동, 나성동, 다정동, 대평동, 도담동, 반곡동, 새롭동, 소담동, 아름동, 어진동	
금분I	장군면	하봉리(일부)	0.4 (0.09%)
미호B	조치원읍	번암리(일부), 연동면(노송리, 예양리)	2.9 (0.64%)
미호C	조치원읍	신안리, 서창리, 원리, 평리, 교리, 침산리, 신흥리, 봉산리, 상리, 정리, 명리, 남리, 죽림리, 번암리	217.8 (49.18%)
	연기면	연기리, 보통리, 늘왕리, 수산리, 누리리, 산울리, 세종리, 한별리, 해밀리	
	연동면	내판리, 문주리, 예양리, 송용리, 합강리, 다슴리, 용호리	
	연서면	월하리, 봉암리, 쌍전리, 성제리, 고복리, 용암리, 쌍류리, 청라리, 기룡리, 신대리, 국촌리, 와촌리, 부동리	
	전의면	유천리, 읍내리, 서정리, 원성리, 신흥리, 신방리, 영당리, 양곡리, 달전리, 금사리, 다방리, 동교리, 관정리, 신정리, 노곡리	
	전동면	노장리, 청송리, 석곡리, 청람리, 미곡리, 송성리, 심중리, 봉대리, 보덕리, 송곡리, 송정리	
	소정면	고등리(일부)	

비고 : 1. ¹⁾상기 면적은 금강수계 수질오염총량관리 각 단위유역의 면적 중 세종시 관할 면적임

2. ²⁾()의 값은 각 단위 유역 면적 대비 세종시 관할 면적의 비율임

3. 굵은 글씨는 타 유역과 분할되는 행정구역임

자료 : 세종특별자치시, 「수질오염총량 시행 단위유역 현황」



[그림 3-3] 금강수계 세종특별자치시 단위유역도

2. 하천 현황

1) 지정근거

- 하천법⁴⁾ 제7조 및 제9조에 의거하여 세종특별자치시의 하천 관리청 및 관리방법에 따라 관리되고 있음

2) 세종시 하천 현황

- 2개소의 국가하천(금강 및 미호천)과 43개소의 지방하천(금강수계: 조천 등 39개소, 삼교천수계: 곡교천, 양안천, 맹곡천 3개소) 및 166개소의 소하천이 있음

[표 3-3] 세종시 하천 현황

하천 등급	하천명	개소 수	하천 연장 (km)	하천정비(제방) 현황			
				제방정비 필요구간 (a)	제방정비 완료구간 (b)	제방신설 필요구간 (c)	개수율 $d=b/(a+b+c)$
국가	소 계	2	38.07	-	31.23	6.84	82.03
	금강	1	27.71	-	22.24	5.47	80.25
	미호천	1	10.36	-	8.99	1.37	86.77
지방	소 계	43	185.63	57.3	155.96	60.51	56.97
소하천	소 계	166	221.13	113.54	107.58	-	48.65

자료 : 세종특별자치시 치수방재과(2017.6.30. 기준)

4) 하천법 제7조 및 제9조는 하천의 구분 및 지정에 관한사항과 경계하천 관리에 대한 법률 사항으로 하천의 국가하천 및 지방하천의 구분, 시도경계의 하천에 대한 관리의무 협의 등에 대해 고시하고 있음

[표 3-4] 세종시 지방하천 현황

순번	하천명	하천의 구간						하천연장(km)
		시점			종점			
		시도	읍면동	경계	시도	읍면동	경계	
계	43개소						185.63	
1	백천	세종	부강	행산리 세종,충북도계	세종	부강	부강리 금강(국가)합류점	7.02
2	노송천	세종	연동	노송리 세종,충북도계	세종	연동	예양리 미호천(국가)합류점	2.72
3	조천(I)	세종	전의	신방리 덕현천(지방)합류점	세종	조치원	변암리 미호천(국가)합류점	22.20
4	조천(II)	세종	전의	달전리 289-2전번지선도로	세종	전의	원성리 조천(지방)기점	7.97
5	덕현천	세종	전의	고등리 376답번지선	세종	전의	읍내리 조천(지방)합류점	4.25
6	북암천	세종	전의	관정리 46-4답번지선	세종	전의	동교리 조천(지방)합류점	4.18
7	송성천	세종	전동	송성리 638-4도번지선	세종	전동	송성리 조천(지방)합류점	2.54
8	노장천	세종	전동	봉대리 310-6답번지선	세종	전동	노장리 조천(지방)합류점	4.16
9	송곡천	세종	전동	송정리 207-5답번지선	세종	전동	보덕리 조천(지방)합류점	4.25
10	내창천	세종	조치원	봉산리 217답,216-3전번지선	세종	조치원	서창리 조천(지방)합류점	3.18
11	월하천	세종	연서	청라리 490답번지선	세종	연서	월하리 미호천(국가)합류점	12.50
12	쌍류천	세종	연서	쌍류리 639-13임번지선	세종	연서	쌍류리 월하천(지방)합류점	2.03
13	국촌천	세종	연서	기룡리 349-1답번지선	세종	연서	국촌리 월하천(지방)합류점	4.25
14	행화천	세종	연서	신대리 425과번지선	세종	연서	신대리 국촌천(지방)합류점	1.65
15	봉암천	세종	연서	와촌리 1095답번지선	세종	연서	봉암리 미호천(국가)합류점	6.19
16	문주천	세종	연동	내판리 544-2번지선	세종	연동	용호리 미호천(국가)합류점	4.50
17	용호천	세종	연동	다솔리 1064답번지선	세종	연동	용호리 문주천(지방)합류점	2.04

자료 : 세종시 치수방재과, 「지방하천 연장 변동 현황」

[표 3-4] 세종시 지방하천 현황(계속)

순 번	하천명	하 천 의 구 간						하천 연장 (km)
		시 점			종 점			
		시 도	읍 면 동	경계	시 도	읍 면 동	경계	
18	연기천	세 종	연 기	수산리 604-7전번지선	세 종	연 기	누리리 미호천(국가)합류점	5.88
19	내삼천	세 종	연 기	세종리 667-39임번지선	세 종	연 기	세종리 금강(국가)합류점	2.37
20	삼성천	세 종	금 남	달전리 대전,세종시계	세 종	금 남	반곡리 금강(국가)합류점	7.25
21	유천천	세 종	금 남	영대리 산76-2임번지선	세 종	금 남	황룡리 삼성천(지방)합류점	3.44
22	제천	세 종	아 름	317-11전 번지선	세 종	나 성	금강(국가) 합류점	5.59
23	방축천	세 종	연 기	산올리 182-1도번지선	세 종	어 진	제천(지방) 합류점	5.00
24	안산천	세 종	금 남	용담리 대전,세종시계	세 종	금 남	용담리 용수천(지방)합류점	1.67
25	내동천	세 종	금 남	영치리 336답번지선	세 종	금 남	발산리 용수천(지방)합류점	1.03
26	곡교천	세 종	전 의	유천리 행정교	세 종	소 정	소정리 (세종,충남도계)	4.60
27	양안천	세 종	전 의	유천리 657답번지선	세 종	전 의	유천리 곡교천(지방)합류점	2.90
28	맹곡천	세 종	소 정	대곡리 산9임 (세종,충남도계)	세 종	소 정	대곡리 곡교천(지방)합류점	1.90
29	대교천	세 종	장 군	태산리 311-22번지선수로	세 종	연 기	세종리 금강(국가)합류점	14.20
30	봉곡천	세 종	금 남	성강리 87답번지선	세 종	금 남	성강리 용수천(지방)합류점	0.30
31	성강천	세 종	금 남	성강리 420전번지선	세 종	금 남	성강리 용수천(지방)합류점	2.26
32	용두천	세 종	장 군	용암리 96-1답번지선	세 종	장 군	용현리 대교천(지방)합류점	3.34
33	신치천	세 종	장 군	송학리 463-1답번지선	세 종	장 군	송학리 대교천(지방)합류점	0.87
34	송정천	세 종	장 군	송문리 702도번지선	세 종	장 군	송문리 대교천(지방)합류점	1.07
35	근동천	세 종	장 군	하봉리 479-11답번지선	세 종	장 군	도계리 대교천(지방)합류점	1.76

자료 : 세종시 치수방재과, 「지방하천 연장 변동 현황」

[표 3-4] 세종시 지방하천 현황(계속)

순번	하천명	하천의 구간						하천연장(km)
		시점			종점			
		시도	읍면동	경계	시도	읍면동	경계	
36	정계천	세종	장군	대교리 100전번지선	세종	장군	대교리 대교천(지방)합류점	2.38
37	울곡천	세종	장군	대교리 330-1목번지선	세종	장군	대교리 대교천(지방)합류점	1.79
38	은룡천	세종	장군	은용리 335-4잡번지선	세종	장군	은용리 대교천(지방)합류점	1.45
39	원봉천	세종	금남	원봉리 22-2전번지선	세종	금남	원봉리 금강(국가)합류점	2.00
40	도남천	세종	금남	도남리 산17입번지선	세종	금남	도남리 금강(국가)합류점	1.20
41	금천	세종	금남	금천리 126번지선 (송곳재방수로 하단)	세종	금남	두만리 583-32번지선 (용수천합류점)	4.50
42	외천천	세종	부강	외천리	세종	부강	노호리 금강(국가)합류점	1.15
43	용수천	세종	금남	성강리 72-7번지선 (봉곡천 합류전)	세종	연기	세종리 747-412번지선 금강(국가)합류점	10.10

자료 : 세종시 치수방재과, 「지방하천 연장 변동 현황」

3. 수질환경기준

1) 수질환경목표기준

- 환경부는 2016~2025년의 중권역별 수질 및 수생태 목표기준을 설정하였으며(환경부고시 제2014-157호), 호소의 생활환경 목표기준 달성 여부 평가가 화학적산소요구량(COD)에서 총유기탄소(TOC)로 변경됨에 따라 목표기준을 재설정하여 개정·고시하였음(환경부고시 제2015-254호)
- 금강수계 세종시의 해당 중권역의 목표기준은 다음과 같음

[표 3-5] 금강권역 세종시 해당 중권역 하천의 수질환경목표기준

대권역명	중권역명	목표기준		생물이해등급
		수질	수생태	
금강	대청댐하류	좋음	Ib	매우좋음~좋음
	미호천	약간좋음	II	좋음~보통
	금강공주	약간좋음	II	좋음~보통
	삽교천	보통	III	좋음~보통

비고 :

1. 연간 275일 이상 유지되는 저수위보다 높은 수위에서 달성·유지되어야할 목표기준임
 2. 각 중권역의 대표지점은 『수질 및 수생태계 보전에 관한 법률』 제10조1항에 따라 환경부장관이 고시한 수질측정망 운영계획에 따름
 3. 생물이해등급은 『환경정책기본법』 시행령의 '수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표' 에 의함
 4. 호소기준의 각 호소는 하천기준의 각 중권역에서 제외됨
 5. 각 중권역 대표지점의 목표기준 달성여부 평가는『수질 및 수생태계 목표기준 평가 규정 (환경부고시 제2015-255호)』에 따라 생물학적산소요구량(BOD) 및 총인(T-P) 항목에 대해 각각 평가하며, 중권역 대표지점별 수질측정 보고자료의 연간산출평균값으로 평가함
 6. 각 중권역 대표지점의 목표기준 달성기간은『제2차 물환경관리 기본계획』 기간과 같이 2025년까지로 함
 7. 향후 대권역 계획 수립 시 오염원 변화 및 지점 변경 등 물환경 정책 추진 여건과 세부 추진방향을 반영하여 일부 지점 목표기준을 조정할 수 있음
- 자료 : 환경부고시 제2015-254호, 「중권역별 수질 및 수생태계 목표기준」

2) 하천의 생활환경기준

○ 환경정책기본법의 하천 생활환경기준은 다음과 같음

[표 3-6] 하천 생활환경기준

등급		기준								
		pH	BOD	COD	TOC	SS	DO	T-P	대장균군 (군수/100mL)	
									총대장균군	분원성 대장균군
매우 좋음	Ia	6.5~ 8.5	1 이하	2 이하	2 이하	25 이하	7.5 이상	0.02 이하	50 이하	10 이하
좋음	Ib	6.5~ 8.5	2 이하	4 이하	3 이하	25 이하	5.0 이상	0.04 이하	500 이하	100 이하
약간 좋음	II	6.5~ 8.5	3 이하	5 이하	4 이하	25 이하	5.0 이상	0.1 이하	1,000 이하	200 이하
보통	III	6.5~ 8.5	5 이하	7 이하	5 이하	25 이하	5.0 이상	0.2 이하	5,000 이하	1,000 이하
약간 나쁨	IV	6.0~ 8.5	8 이하	9 이하	6 이하	100 이하	2.0 이상	0.3 이하		
나쁨	V	6.0~ 8.5	10 이하	11 이하	8 이하	쓰레기 등이 떠있지 않을 것	2.0 이상	0.5 이하		
매우 나쁨	VI		10 초과	11 초과	8 초과		2.0 미만	0.5 초과		

비고 : 1. 등급별 수질 및 수생태계 상태

- 가. 매우 좋음: 용존산소(溶存酸素)가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계로 여과·살균 등 간단한 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.
- 나. 좋음: 용존산소가 많은 편이고 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수로 사용할 수 있음.
- 다. 약간 좋음: 약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계로 여과·침전·살균 등 일반적인 정수처리 후 생활용수 또는 수영용수로 사용할 수 있음.
- 라. 보통: 보통의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 일반 생태계로 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
- 마. 약간 나쁨: 상당량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 농업용수로 사용하거나 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
- 바. 나쁨: 다량의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 생태계로 산책 등 국민의 일상 생활에 불편감을 주지 않으며, 활성탄 투입, 역삼투압 공법 등 특수한 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음.
- 사. 매우 나쁨: 용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살기 어려움.
- 아. 용수는 해당 등급보다 낮은 등급의 용도로 사용할 수 있음.
- 자. 수소이온농도(pH) 등 각 기준항목에 대한 오염도 현황, 용수처리방법 등을 종합적으로 검토하여 그에 맞는 처리방법에 따라 용수를 처리하는 경우에는 해당 등급보다 높은 등급의 용도로도 사용할 수 있음.

자료 : 환경부, 「환경정책기본법, 환경기준」

- 환경정책기본법의 수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표는 다음과 같음

[표 3-7] 수질 및 수생태계 상태별 생물학적 특성 이해표

생물 등급	생물 지표종		서식지 및 생물 특성
	저서생물(底棲生物)	어류	
매우 좋음 ~ 좋음	옆새우, 가재, 뿔하루살이, 민하루살이, 강도래, 물날도래, 광택날도래, 띠무늬우묵날도래, 바수염날도래	산천어, 금강모치, 열목어, 버들치 등 서식	<ul style="list-style-type: none"> - 물이 매우 맑으며, 유속은 빠른 편임 - 바닥은 주로 바위와 자갈로 구성됨 - 부착 조류(藻類)가 매우 적음
좋음 ~ 보통	다슬기, 넓적거머리, 강하루살이, 동양하루살이, 등줄하루살이, 등딱지하루살이, 물삿갓벌레, 큰줄날도래	쉬리, 갈겨니, 은어, 쏘가리 등 서식	<ul style="list-style-type: none"> - 물이 맑으며, 유속은 약간 빠르거나 보통임 - 바닥은 주로 자갈과 모래로 구성됨 - 부착 조류가 약간 있음
보통 ~ 약간 나쁨	물달팽이, 틱거머리, 물벌레, 밀잠자리	피라미, 꼬리, 모래무지, 참붕어 등 서식	<ul style="list-style-type: none"> - 물이 약간 혼탁하며, 유속은 약간 느린 편임 - 바닥은 주로 잔자갈과 모래로 구성됨 - 부착 조류가 녹색을 띠며 많음
약간 나쁨 ~ 매우 나쁨	원돌이물달팽이, 실지렁이, 붉은깔따구, 나방파리, 꽃등에	붕어, 잉어, 미꾸라지, 메기 등 서식	<ul style="list-style-type: none"> - 물이 매우 혼탁하며, 유속은 느린 편임 - 바닥은 주로 모래와 실트로 구성되며, 대체로 검은색을 띠 - 부착 조류가 갈색 혹은 회색을 띠며 매우 많음

자료 : 환경부, 「환경정책기본법, 환경기준」

제2절 수질·수생태계 현황

1. 수질현황

1) 세종시 중권역 하천 수질측정망 현황

- 세종시 중권역은 대청댐하류, 미호천, 금강공주, 삽교천으로 구분되나, 삽교천⁵⁾은 수질측정망이 곡교천 중류 지역(천안시)에 위치함에 따라 이를 제외하고 조사함

(1) 대청댐하류 권역 수질측정망 운영현황

- 대청댐하류 권역 중 세종시에 속하는 수질측정망은 총 3개소(세종1, 청원-1, 백천)이며, 금강 본류 및 지류의 수질 측정을 목적으로 운영됨
- 세종1 수질측정망은 금강과 외천천의 합류점을 기점으로 약 3.9km 부근에서 부강일반산업단지 및 마을의 생활계, 산업계 오염원에 대한 본류의 영향을 조사하고 있음
- 또한, 금강 본류와 백천 지류의 합류부에 1개소(청원-1), 백천 지류의 말단에 1개소(백천)가 위치되어, 백천 지류유역의 오염부하와 금강 본류에 합류 시 영향을 조사하고 있음

[표 3-8] 세종시 대청댐하류 권역 수질측정망 운영현황

중권역	소권역	측정망 분류	지점명	채수지점	조사기관
대청댐 하류	미호천 합류전	하천수	백천	세종특별자치시 부강면 부강리	금강물환경연구소
			세종1	세종특별자치시 부강면 금호리	금강물환경연구소
			청원-1	세종특별자치시 부강면 부강리	금강물환경연구소

자료 : 환경부, 「물환경정보시스템」

5) 삽교천수계에 포함된 세종시의 소정면지역은 곡교천과 양안천, 그리고 맹곡천 지류가 시작되어 곡교천의 상류, 중류에 합류됨



[그림 3-4] 세종시 대청댐하류 유역 하천 수질측정망 위치도

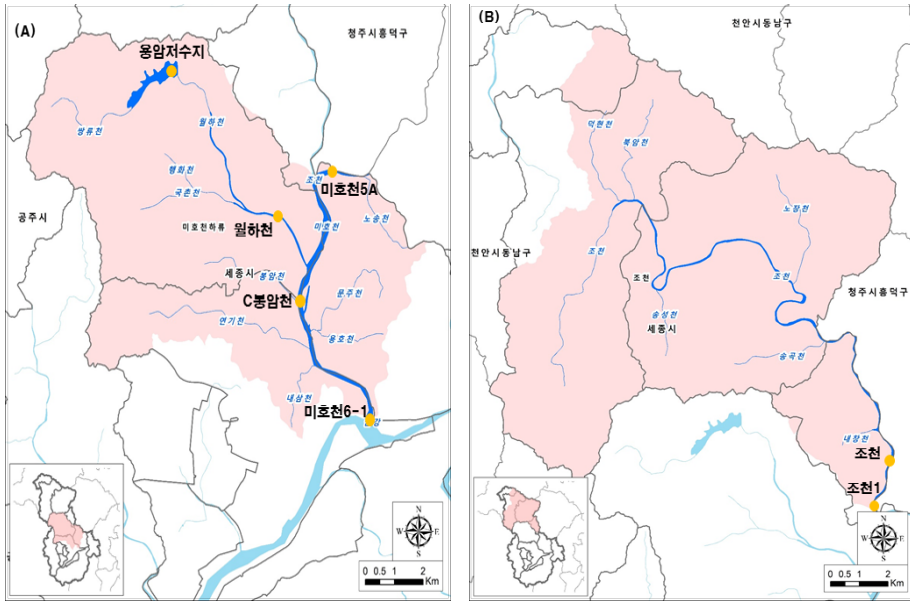
(2) 미호천 권역 수질측정망 운영현황

- 세종시 관할지역에 속하는 미호천 중권역의 수질측정망은 총 7개소로 하천수 측정망 5개소(미호천6-1, 월하천, 미호천5A, 조천, 조천1)와 산단 하천 측정망 1개소(C봉암천), 농업용수 측정망(용암저수지)이 운영중임
- 하천 측정망은 각 유역 및 하천의 말단지점 혹은 지류의 합류지점에 위치하고 있으며, 농업용수 측정망은 용암저수지의 말단지역에 위치하고 있음
- 수질측정망들은 각각 금강물환경연구소(미호천6-1, 미호천5A, 조천1)와 금강유역환경청(월하천, C봉암천), 충남도청(조천) 및 한국농어촌공사(용암저수지)에서 관리하고 있음

[표 3-9] 세종시 미호천 권역 수질측정망 운영현황

증권역	소권역	측정망 분류	지점명	채수지점	조사기관
미호천	미호천 하류	하천수	미호천6-1	세종특별자치시 연동면 합강리(월산교)	금강물환경연구소
			월하천	세종특별자치시 연서면 봉암리	금강유역환경청
			미호천5A	세종특별자치시 연동면 예양리(미호교)	금강물환경연구소
		산단 하천	C봉암천	세종특별자치시 연서면 봉암리(무명교)	금강유역환경청
		농업 용수	용암 저수지	세종특별자치시 연서면 용암리	한국농어촌공사
	조천	하천수	조천	세종특별자치시 조치원읍 상리	충청남도
			조천1	세종특별자치시 조치원읍 변암리	금강물환경연구소

자료 : 환경부, 「물환경정보시스템」



A) 미호천하류, B) 조천

[그림 3-5] 세종시 미호천 권역의 소권역별 수질측정망 위치도

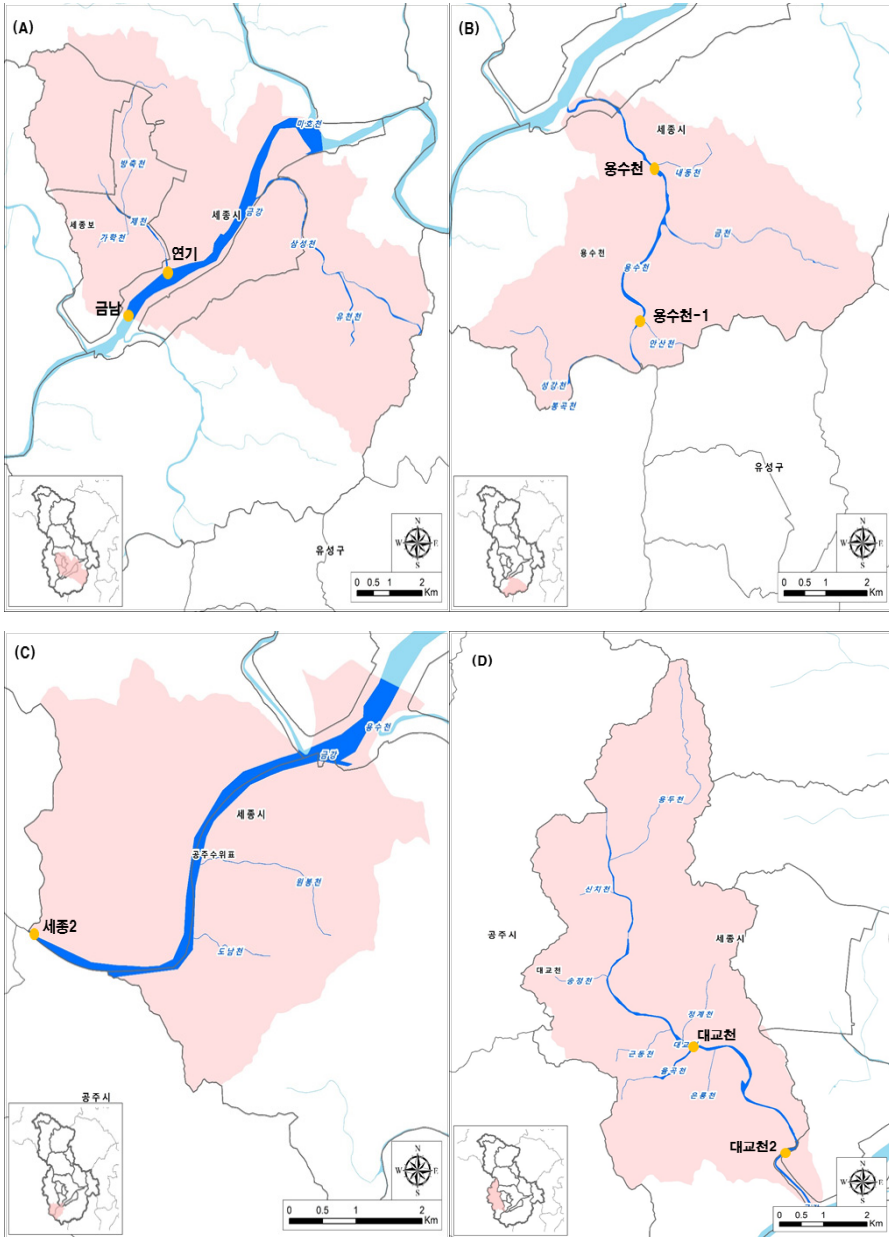
(3) 금강공주 권역 수질측정망 운영현황

- 금강공주 권역 중 세종시에 속하는 수질측정망은 총 7개소(연기, 금남, 용수천, 용수천-1, 대교천, 대교천2, 세종2)로 모두 하천수 조사를 위한 목적으로 운영하고 있음
- 소권역별로는 세종보 권역 2개소(연기, 금남)와 용수천 권역 2개소(용수천, 용수천-1), 대교천 권역 2개소(대교천, 대교천2), 공주수위표 권역 1개소(세종2)로 구분되며, 각각의 지류, 유역말단 및 금강본류와의 합류점에 위치하여 하천수질을 조사하고 있음
- 세종시 관할지역의 금강공주 권역 수질측정망들은 금강물환경연구소(연기, 금남, 용수천, 용수천-1, 대교천2, 세종2)와 충남보건환경연구원(대교천)에서 관리 중임

[표 3-10] 세종시 금강공주 권역 수질측정망 운영현황

증권역	소권역	측정망 분류	지점명	채수지점	조사기관
금강공주	세종보	하천수	연기	세종특별자치시 연기면 세종리 (금남교)	금강물환경연구소
			금남	세종특별자치시 연기면 세종리 (세종보상류500m)	금강물환경연구소
	용수천	하천수	용수천	세종특별자치시 금남면 성덕리	금강물환경연구소
			용수천-1	충청남도 공주시 반포면 국곡리	금강물환경연구소
	대교천	하천수	대교천	세종특별자치시 장군면 도계리(대교)	충남 보건환경연구원
			대교천2	세종특별자치시 연기면 세종리(송학교)	금강물환경연구소
	공주수위표	하천수	세종2	세종특별자치시 장군면 석장리	금강물환경연구소

자료 : 환경부, 「물환경정보시스템」



A) 세종보, B) 용수천, C) 대교천, D) 공주수위표

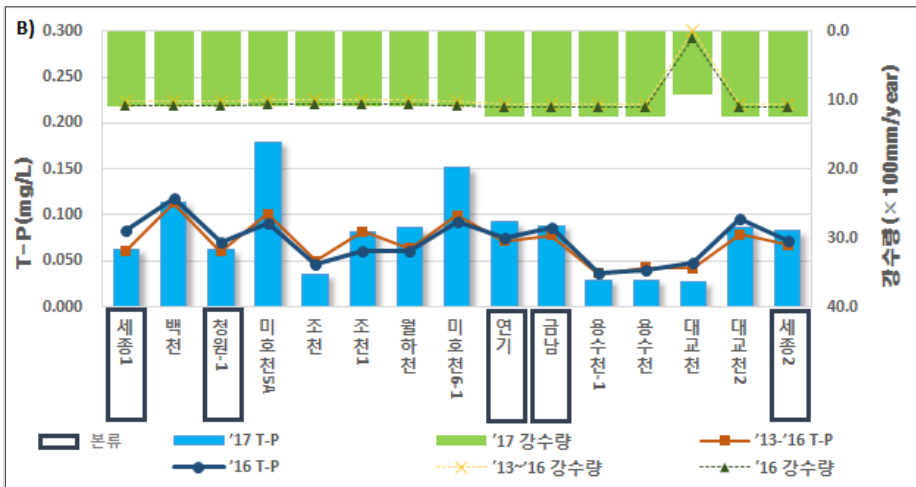
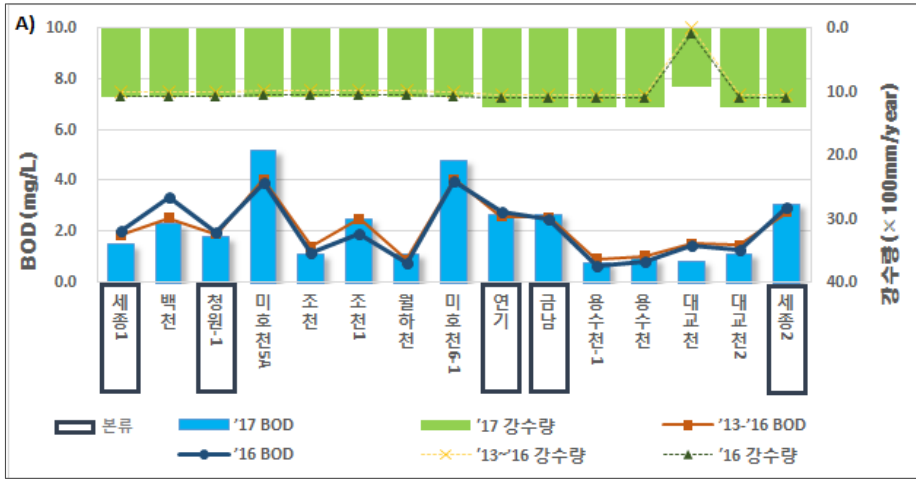
[그림 3-6] 세종시 금강공주 권역의 소권역별 수질측정망 위치도

2) 세종시 중권역 하천수질 현황⁶⁾

(1) 세종시 관할 금강수계의 상·하류 수질 변화

- 세종시 중권역에 해당하는 금강 본류 및 지류의 '17년 연평균 BOD 농도는 2.2mg/L이며, '13년~'16년의 연평균 BOD농도보다 0.1mg/L 정도 높아짐(하천수 수질환경기준 등급 : 약간 좋음(II))
- 미호천 합류점을 기준으로 합류전 본류의 하천수질은 개선되었으나, 미호천의 영향으로 합류후 본류의 BOD농도가 높아짐
 - 미호천 합류전 금강본류(세종1, 청원-1)의 연평균 BOD 농도는 1.7mg/L로 '16년 대비 15% 낮아짐(하천수질 등급 : 좋음(Ib))
 - 미호천 합류후 본류의 BOD 농도는 '16년 대비 강수량이 11.8% 많았음에도 불구하고, 3.7% 높아짐(세종2 지점 하천수질 등급 하락: '16년 약간 좋음(II) → '17년 보통(III))
- 지류의 경우, 백천과 용수천, 용수천-1 및 대교천의 연평균 BOD농도는 1.2mg/L로 낮은 BOD농도를 유지하고 있으나, 미호천의 미호천5A, 미호천6-1 지점에서 각각 5.2mg/L 및 4.8mg/L로 높게 나타남
 - 미호천의 수질측정망 중 조천, 조천-1 및 월하천의 '17년 기준 연평균 BOD농도는 1.6mg/L 정도였으나, 미호천5A, 미호천6-1은 '16년 대비 각각 32.2%, 20.9% 높아짐
- 금강 본류 및 지류의 '17년 연평균 T-P 농도는 0.081mg/L로 약간 좋음(II) 등급에 속함
 - 용수천 지류(용수천, 용수천-1)와 조천 및 대교천 상류부의 연평균 T-P농도는 0.031mg/L로 준수하며, 이후 미호천5A, 미호천6-1 지점에서는 BOD의 경우와 같이 연평균 T-P농도가 0.166mg/L로 높게 나타남

6) 세종시 중권역 하천수질 현황은 세종시 관할지역의 하천수 수질측정망 자료만을 조사하여 나타내었음. 세종시의 경우 농업용수 수질측정망(용암저수지) 및 산단하천 수질측정망(C봉암천)이 포함되어 있으나, 하천수 수질측정 자료와 측정주기가 상이하고 동지역 내 하천수 수질측정망 자료를 통해 대체 가능한 부분으로 판단됨에 따라 제외함



[그림 3-7] 세종시 관할 금강수계의 상·하류 수질변화(A: BOD, B: T-P)

(2) 대청댐하류 수질

① 세종1

○ 세종1은 '17년도 평균 BOD농도는 1.5mg/L, T-P는 0.063mg/L로 각각 “좋음(Ib)”, “약간좋음(II)”의 등급으로 나타남

- 세종1의 BOD와 T-P의 월평균 농도는 '13년부터 '16년도까지 3월과 9월에 수질이 악화되는 추세를 보였으나, '17년도에는 7월에 가장 높았음

※ BOD 기준 : '16년(2.0mg/L) → '17년(1.5mg/L) 26% 감소

T-P 기준 : '16년(0.083mg/L) → '17년(0.063mg/L) 24% 감소

② 백천

○ 백천의 '17년도 평균 BOD농도는 2.3mg/L, T-P는 0.114mg/L로 각각 “약간좋음(II)”, “보통(III)”의 등급임

- '16년의 경우, 기존년도('13~'16)에 비해 높은 농도를 나타내며, BOD가 9.3mg/L(3월)까지 나타났으나, '17년에는 1.3mg/L(3월)로 개선됨

※ BOD 기준 : '16년(3.3mg/L) → '17년(2.3mg/L) 30% 감소

T-P 기준 : '16년(0.118mg/L) → '17년(0.114mg/L) 3% 감소

③ 청원-1

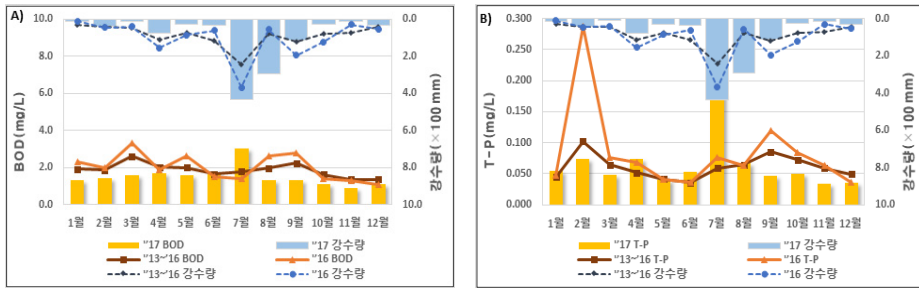
○ 청원-1의 '17년도 평균 BOD 및 T-P의 농도는 각각 1.8mg/L와 0.063mg/L로 “좋음(Ib)”, “약간좋음(II)”의 등급에 속하는 것으로 나타남

- '17년도 7월의 BOD 및 T-P의 월평균 농도는 각각 3.5mg/L, 0.151mg/L로 상대적으로 높았음

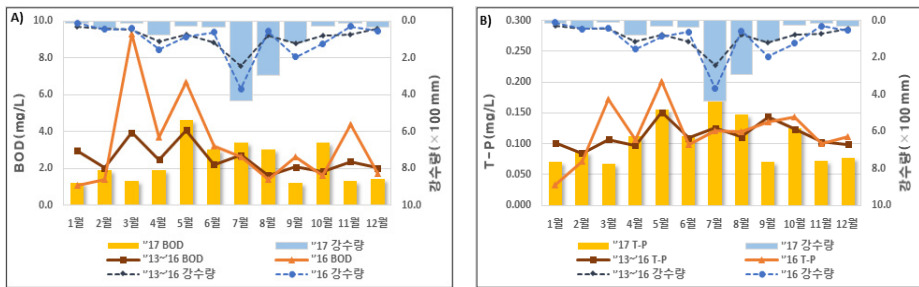
※ BOD 기준 : '16년(2.0mg/L) → '17년(1.8mg/L) 8% 농도 감소

T-P 기준 : '16년(0.07mg/L) → '17년(0.063mg/L) 11% 농도 감소

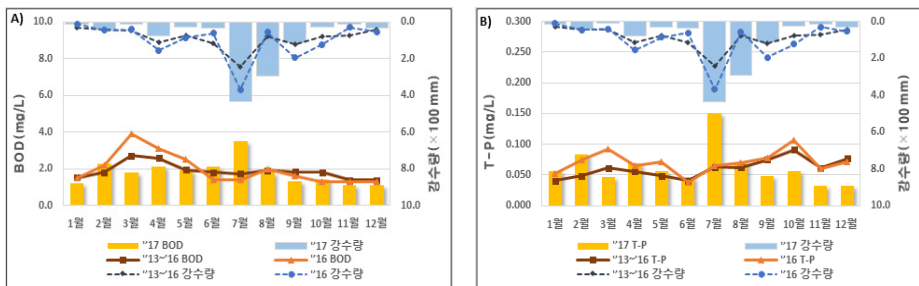
세종1



백천



청원-1



[그림 3-8] 대청댐하류(세종1, 백천, 청원-1) 월평균 수질(A: BOD, B: T-P)

(3) 미호천 수질

① 미호천5A

○ 미호천5A의 '17년도 연평균 BOD농도는 5.2mg/L, T-P는 0.180mg/L로 각각 “약간나쁨(Ⅳ)”과 “보통(Ⅲ)”의 등급으로 나타나고 있음

- 미호천5A의 '17년도 4월부터 6월까지의 BOD농도가 8.5~9.5mg/L까지 증가하여 “나쁨(Ⅴ)” 등급까지 악화되는 것으로 나타났으며, T-P 농도 또한 0.447mg/L(7월)까지 악화됨

※ BOD 기준 : '16년(3.9mg/L) → '17년(5.2mg/L) 32% 증가

T-P 기준 : '16년(0.091mg/L) → '17년(0.180mg/L) 97% 증가

② 조천

○ 조천의 '17년도 연평균 BOD농도는 1.1mg/L이며, T-P는 0.036mg/L로 나타나 두 항목 모두 하천수 수질등급 중 “좋음(Ⅰb)”에 해당됨

- 조천 BOD의 경우 13년도부터 '17년도까지 “좋음(Ⅰb)”등급 이상을 유지하고 있으며, T-P 또한 점차 개선되어 7월(0.179mg/L)을 제외한 '17년도 수질은 “좋음(Ⅰb)”을 유지하고 있음

※ BOD 기준 : '16년(1.1mg/L) → '17년(1.1mg/L) 일정농도 유지

T-P 기준 : '16년(0.047mg/L) → '17년(0.036mg/L) 23% 감소

③ 조천1

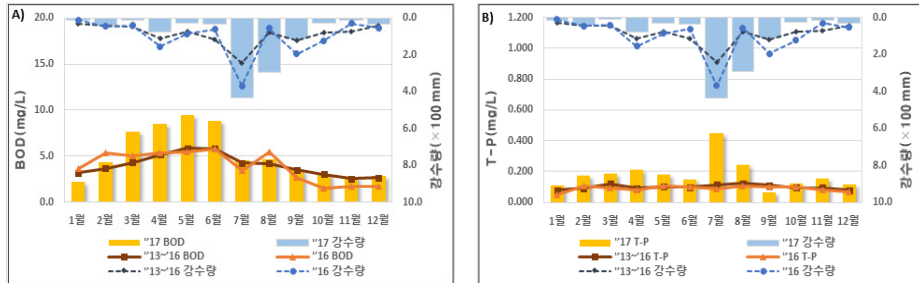
○ 조천1의 '17년도 연평균 BOD농도는 2.5mg/L, T-P는 0.082mg/L로 두 항목 모두 하천수 수질등급 중 “약간좋음(Ⅱ)”으로 나타남

- 조천1의 BOD는 '13년도부터 '17년도까지 월별 BOD농도가 0.8~5.1mg/L로 농도차가 크게 나타나며, 강수량의 영향으로 7월의 T-P 농도가 높게 나타남

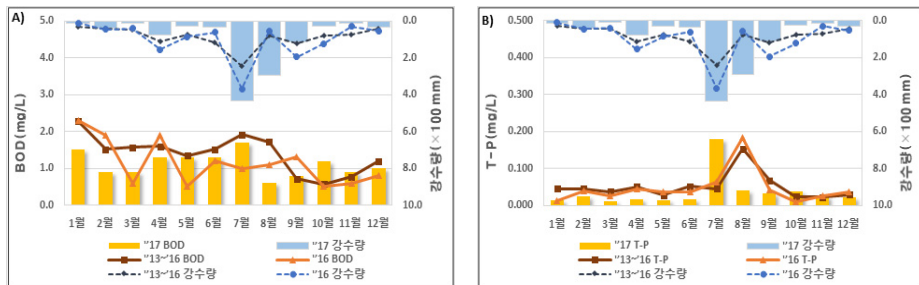
※ BOD 기준 : '16년(1.9mg/L) → '17년(2.5mg/L) 32% 증가

T-P 기준 : '16년(0.062mg/L) → '17년(0.082mg/L) 33% 증가

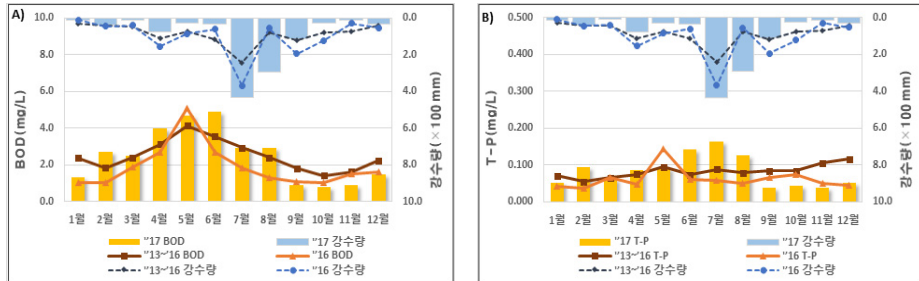
미호천5A



조천



조천1



[그림 3-9] 미호천(미호천5A, 조천, 조천-1) 월평균 수질(A: BOD, B: T-P)

④ 월하천7)

- 월하천의 '17년도 연평균 BOD 농도는 1.1mg/L, T-P는 0.086mg/L로 각각 “중음(Ib)”과 ”약간중음(II)”의 등급으로 유지되고 있음
- 월하천은 '13년부터 '17년까지 BOD농도가 대체적으로 낮아 좋은 수질을 유지하고 있으나, T-P 농도는 0.248mg/L(9월)까지 높아짐

7) 월하천 수질측정망의 측정자료 중 17년도 10월과 11월은 조사되지 않음

※ BOD 기준 : '16년(0.8mg/L) → '17년(1.1mg/L) 38% 증가

T-P 기준 : '16년(0.061mg/L) → '17년(0.086mg/L) 41% 증가

⑤ 미호천6-1

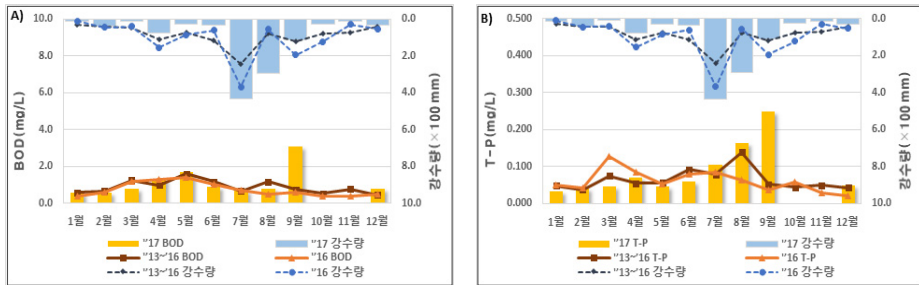
○ 미호천6-1의 '17년도 연평균 BOD 및 T-P 농도는 각각 4.8mg/L, 0.152mg/L로 하천수 수질등급 “보통(III)”임

- 7월의 BOD는 9.0mg/L, T-P는 0.301mg/L로 수질이 크게 악화됨

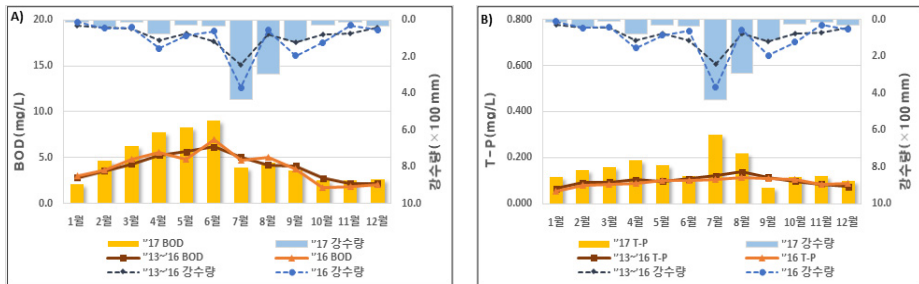
※ BOD 기준 : '16년(4.0mg/L) → '17년(4.8mg/L) 21% 증가

T-P 기준 : '16년(0.093mg/L) → '17년(0.152mg/L) 63% 증가

월하천



미호천6-1



[그림 3-10] 미호천(월하천, 미호천6-1) 월평균 수질(A: BOD, B: T-P)

(4) 금강공주 수질

① 연기

○ 연기의 '17년도 BOD 연평균 농도는 2.7mg/L이며, T-P는 0.093mg/L로 두 항목 모두 “약간좋음(II)”의 등급으로 유지되고 있음

- '13년도부터 '17년도까지 연기의 BOD 월별 농도추세는 비슷한 증감을 보이며 점차 개선되고 있으나, T-P는 '16년 대비 평균 23% 증가함

※ BOD 기준 : '16년(2.8mg/L) → '17년(2.7mg/L) 3% 감소

T-P 기준 : '16년(0.076mg/L) → '17년(0.093mg/L) 23% 증가

② 금남

○ 금남의 '17년도 연평균 BOD농도는 2.7mg/L이며, T-P는 0.089mg/L로 “약간좋음(II)”의 등급임

- '13년도부터 '17년도까지 BOD는 연차별로 비슷한 증감을 나타내고 있으나, '17년 4~5월 증가분으로 인해 전년대비 평균 8% 증가함

- T-P 또한 전년대비 비슷하게 유지되고 있으나 평균 3% 증가함

※ BOD 기준 : '16년(2.5mg/L) → '17년(2.7mg/L) 8% 증가

T-P 기준 : '16년(0.086mg/L) → '17년(0.089mg/L) 3% 증가

③ 용수천

○ 용수천의 '17년도 연평균 BOD농도는 1.0mg/L이며, T-P는 0.030mg/L로 각각 “매우좋음(I a)”과 “좋음(I b)”의 등급임

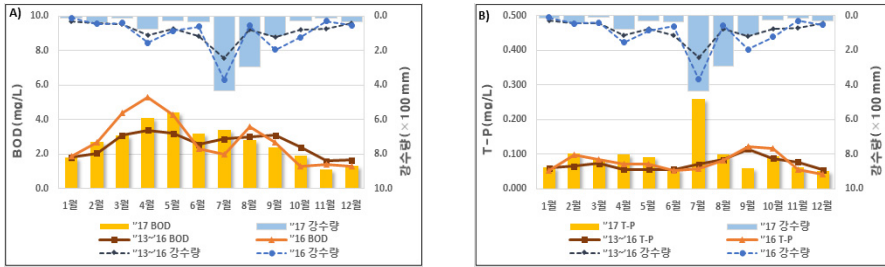
- 용수천의 BOD는 '13~'16년도까지 “매우좋음(I a)”과 “좋음(I b)”의 등급으로 나타났으나, 작년대비 평균 25% 증가함

- T-P의 경우 '17년도 7월(0.082mg/L)이 높았으나 전년대비 평균 27%감소함

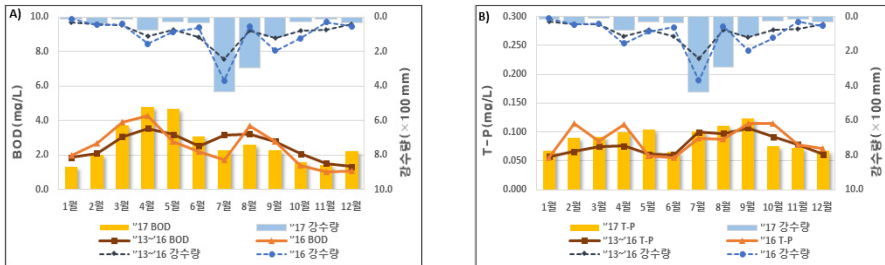
※ BOD 기준 : '16년(0.8mg/L) → '17년(1.0mg/L) 15% 증가

T-P 기준 : '16년(0.041mg/L) → '17년(0.030mg/L) 27% 감소

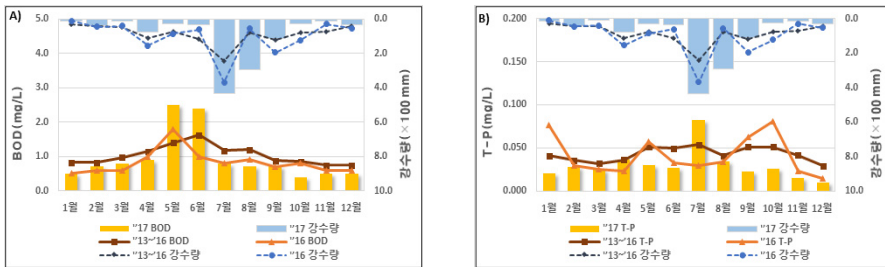
연기



금남



용수천



[그림 3-11] 금강공주(연기, 금남, 용수천) 월평균 수질(A: BOD, B: T-P)

④ 용수천-1

○ 용수천-1의 '17년도 연평균 BOD농도는 0.8mg/L이며, T-P는 0.030mg/L로 각각 “매우좋음(Ia)”과 “좋음(Ib)”의 등급으로 나타남

- BOD의 경우 13년도부터 '16년도까지 “매우좋음(Ia)”과 “좋음(Ib)”의 등급을 유지하였으나, '17년도 6월에 2.1mg/L로 “약간좋음(II)” 등급을 나타냄

※ BOD 기준 : '16년(0.7mg/L) → '17년(0.8mg/L) 19% 증가

T-P 기준 : '16년(0.037mg/L) → '17년(0.030mg/L) 18% 감소

⑤ 대교천

○ 대교천의 '17년도 연평균 BOD농도는 0.8mg/L이며, T-P는 0.028mg/L로 각각 "매우좋음(Ia)"과 "좋음(Ib)" 등급에 해당됨

- 대교천의 BOD는 13년도부터 16년까지 점차 개선되어 17년도에는 0.5~1.5mg/L의 농도 범위를 나타내고 있음

※ BOD 기준 : '16년(1.4mg/L) → '17년(0.8mg/L) 41% 감소

T-P 기준 : '16년(0.049mg/L) → '17년(0.028mg/L) 43% 감소

⑥ 대교천2

○ 대교천2의 '17년도 연평균 BOD농도는 1.1mg/L이며, T-P는 0.087mg/L로 각각 "좋음(Ib)"과 "약간좋음(II)" 등급에 해당함

- 대교천2의 BOD는 전년도 대비 평균 12%의 농도가 감소하였으며, 강수량에 의한 영향이 크게 나타남

※ BOD 기준 : '16년(1.3mg/L) → '17년(1.1mg/L) 12% 감소

T-P 기준 : '16년(0.096mg/L) → '17년(0.087mg/L) 10% 감소

⑦ 세종2

○ 세종2의 '17년도 연평균 BOD농도는 3.1mg/L이며, T-P는 0.083mg/L로 각각 "보통(III)"과 "약간좋음(II)"에 해당하는 것으로 나타남

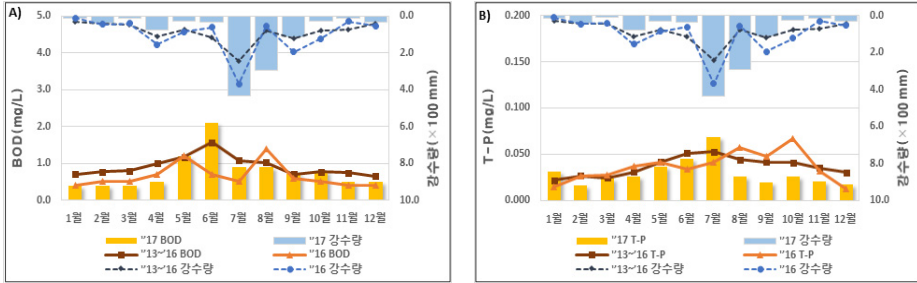
- BOD의 경우 작년 대비 4~6월 및 9월의 농도가 평균 5.0mg/L로 높게 나타나 평균수질이 악화됨

- T-P는 '13년도부터 '16년까지 평균 0.067mg/L로 "약간좋음(II)"의 등급을 유지하였으나, '17년도에 0.207mg/L(7월)까지 악화되었음

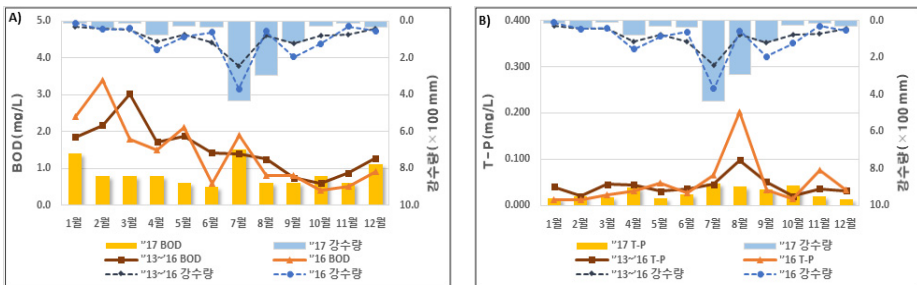
※ BOD 기준 : '16년(2.9mg/L) → '17년(3.1mg/L) 7% 증가

T-P 기준 : '16년(0.072mg/L) → '17년(0.083mg/L) 15% 증가

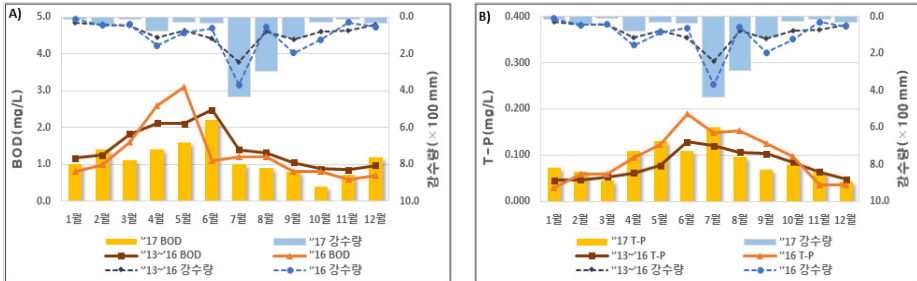
용수천-1



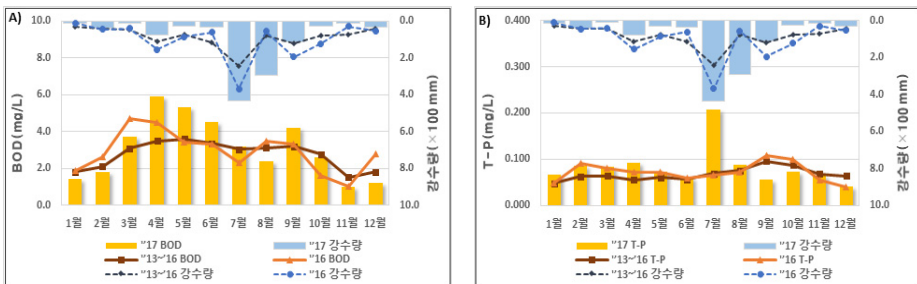
대교천



대교천2



세종2



[그림 3-12] 금강공주(용수천-1, 대교천, 대교천2, 세종2) 월평균 수질(A: BOD, B: T-P)

(5) 세종시 중권역 수질현황 종합

- 대청댐하류 중권역의 '16년도 수질은 BOD기준 평균 2.4mg/L로 약간 좋음(II)의 등급으로 나타났으나, '17년도에는 평균 1.9mg/L로 오염물질 농도가 23.3%의 감소된 것으로 조사됨(T-P기준 11.4% 감소)
- 미호천 중권역의 수질은 '16년도 기준 평균 BOD 2.2mg/L 및 T-P 0.072mg/L로 나타났으며, '17년도에 전체적으로 수질이 악화되어 BOD 2.8mg/L, T-P 0.107mg/L로 각각 25.4% 및 48.1% 증가함
- 금강공주 중권역은 '17년도에 대교천의 수질이 개선됨에 따라 BOD기준 평균농도가 '16년에 1.9mg/L에서 '17년에 1.7mg/L로 낮아져 전체 평균농도는 10.7% 감소하였고, T-P 역시 0.072mg/L에서 0.066mg/L로 8.8% 감소함

[표 3-11] 세종시 중권역 수질현황 종합

중권역	소권역	'16년 수질		'17년 수질		증감 %		수질등급* ('16년 → '17년)	
		BOD	T-P	BOD	T-P	BOD	T-P		
대청댐 하류	세종1	2.0	0.083	1.5	0.063	▼ 25.6	▼ 24.2	I b	→ I b
	백천	3.3	0.118	2.3	0.114	▼ 30.5	▼ 3.4	III	→ II
	청원-1	2.0	0.070	1.8	0.063	▼ 8.1	▼ 11.2	I b	→ I b
	평균	2.4	0.090	1.9	0.080	▼ 23.3	▼ 11.4		
미호천	미호천5A	3.9	0.091	5.2	0.180	▲ 32.2	▲ 97.4	III	→ IV
	조천	1.1	0.047	1.1	0.036	▼ 2.2	▼ 22.7	I b	→ I b
	조천1	1.9	0.062	2.5	0.082	▲ 32.2	▲ 33.4	I b	→ II
	일하천	0.8	0.061	1.1	0.086	▲ 50.7	▲ 41.5	I a	→ I b
	미호천6-1	4.0	0.093	4.8	0.152	▲ 20.9	▲ 63.5	III	→ III
	평균	2.2	0.072	2.8	0.107	▲ 25.4	▲ 48.1		
금강 공주	연기	2.8	0.076	2.7	0.093	▼ 3.0	▲ 22.8	II	→ II
	금남	2.5	0.086	2.7	0.089	▲ 8.1	▲ 3.1	II	→ II
	용수천-1	0.7	0.037	0.8	0.030	▲ 19.2	▼ 18.5	I a	→ I a
	용수천	0.8	0.041	1.0	0.030	▲ 15.2	▼ 26.9	I a	→ I a
	대교천	1.4	0.049	0.8	0.028	▼ 40.9	▼ 42.9	I b	→ I a
	대교천2	1.3	0.096	1.1	0.087	▼ 11.6	▼ 9.7	I b	→ I b
	세종2	2.9	0.072	3.1	0.083	▲ 6.6	▲ 15.3	II	→ III
	평균	1.9	0.072	1.7	0.066	▼ 10.7	▼ 8.8		

*수질등급('16년→'17년)은 BOD기준 수질의 등급변화를 나타냄

2. 수생태계 현황 및 여건

- 수생태계 현황 및 여건⁸⁾은 세종시 비오톱지도 보고서와 환경부 수생태계 건강성 조사 및 평가 자료('12년~'16년)를 활용하여 정리함
- 수생태계의 현황과 여건을 살펴보기 위해 4개 분야(부착돌말류, 저서성 대형무척추동물, 어류, 서식 및 수변환경)로 나누어 정리하였고, 지수를 통해 수생태계의 건강성을 살펴봄
- 수생태계의 조사를 위한 금강 대권역의 조사지점은 총 71개 하천 및 120개소의 조사지점이며, 이 중 세종시가 포함된 중권역의 조사지점은 대청댐하류 2개소, 미호천 20개소, 금강공주 20개소임

[표 3-12] 세종시 관할 중권역의 건강성 평가를 위한 조사지점

수계	중권역	조사 지점명	행정구역명	수질 측정망명칭
금강	대청댐하류	B외천천	충청북도 청원군 현도면 증삼리(시목교)	현도공단
		B금강20	세종특별자치시 금남면 봉기리(동양시멘트 앞 가교)	청원-1
	미호천	B도청천	충청북도 음성군 삼성면 천평리(천평교)	-
		B칠장천1	충청북도 진천군 광혜원면 월성리(환경시설관리공단 200m 하류 (상월교 하류))	칠장천
		B칠장천2	충청북도 진천군 이월면 내산리(내산교)	-
		B미호천4	충청북도 진천군 초평면 오갑리(오갑교)	미호천2
		B백곡천1	충청북도 진천군 백곡면 석현리(상송교)	백곡천1
		B백곡천2	충청북도 진천군 진천읍 신정리(신정교)	백곡천2
		B미호천5	충청북도 진천군 문백면 구곡리(농다리)	미호천7
		B초평천2	충청북도 진천군 초평면 용정리(용정교)	초평천

8) 조사범위는 세종시가 포함되는 중권역(대청댐하류, 미호천, 금강공주)의 하천 및 지역으로 설정하였음

수계	증권역	조사 지점명	행정구역명	수질 측정망명칭
	미호천	B미호천6	충청북도 청원군 오창읍 여천리(여암교 (증평IC))	미호천3
		B보강천1	충청북도 증평군 증평읍 증평리(반탄교)	보강천
		B미호천8	충청북도 청주시 상당구 외하동(팔걸교)	미호천4
		B무심천2	충청북도 청주시 상당구 영운동(영운동취수장 (수영교 하류))	무심천1
		B무심천3	충청북도 청주시 상당구 서문동(서문대교 (청주대교))	무심천2
		B석남천	충청북도 청주시 송정동 (서청주교)	-
		B미호천9	충청북도 청원군 옥산면 신천리(옥산교)	미호천8
		B병천천4	충청북도 청원군 강외면 쌍청리(쌍청교)	병천천
		B미호천10	충청북도 청원군 강외면 궁평리(미호천교)	미호천5
		B조천2	세종특별자치시 조치원읍 상리(조천교 (하상주차장, 고수부지))	조천
		B월하천	세종특별자치시 연서면 봉암리(월암교)	월하천
		B미호천12	세종특별자치시 연기면 세종리(월산교)	미호천6-1
	금강 공주	B금강21	세종특별자치시 연기면 세종리 26-118	-
		B금강22	세종특별자치시 연기면 세종리 791	-
		B금강23	세종특별자치시 연기면 세종리(금남교)	연기
		B용수천B2	세종특별자치시 연기군 금남면 성덕리(성덕교)	용수천
		B용수천B1	세종특별자치시 장군면 도계리(대교)	대교천
		B금강23	세종특별자치시 금남면 도남리	-
B금강27	세종특별자치시 금남면 도남리	-		

자료 : 환경부(2016), 「수생태계 건강성 조사 및 평가(IX) -금강 대권역-」



자료 : 환경부(2016), 「수생태계 건강성 조사 및 평가(IX) -금강 대권역-」

[그림 3-13] 금강 대권역 지점별 수생태계 조사 및 평가 지점

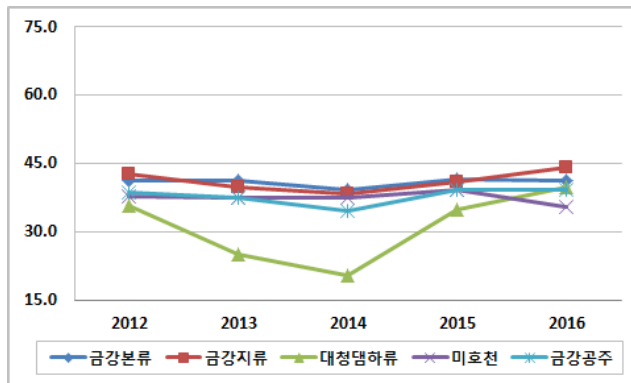
1) 부착돌말류

- '16년 기준 금강 본류 및 지류의 부착돌말지수(TDI)는 각각 41.4와 44.2로 '12년도부터 미미한 증감을 나타내었으나 보통(C등급) 수준을 유지하고 있음
- 세종시의 중권역(대청댐하류, 미호천, 금강공주)의 '13년부터 '14년까지 건강성이 저조하게 조사되었으나 '16년에 대청댐하류가 39.7, 금강공주는 39.4로 2012년보다 약간의 회복을 나타내었음

[표 3-13] 세종시 중권역의 부착돌말지수(TDI)

수계	중권역	2012	2013	2014	2015	2016
금강 본류		41.4	41.2	39.4	41.7	41.4
금강 지류		42.8	39.7	38.3	41.0	44.2
금강	대청댐하류	35.7	25.0	20.5	34.8	39.7
	미호천	37.9	37.6	37.6	39.2	35.6
	금강공주	38.7	37.4	34.5	39.4	39.4

자료 : 환경부(2012~2016), 「수생태계 건강성 조사 및 평가(V~IX) -금강 대권역-」



[그림 3-14] 연도별 세종시 중권역의 TDI 변화

- 9) TDI(Trophic Diatom Index) : 영양염류 등 수질변화나 오염을 나타내는 지표로 활용 (환경변화에 민감하게 반응), 평가등급: 최상 60≤~≤100, 양호 45≤~<60, 보통 30 ≤~<45, 불량 0≤~<30

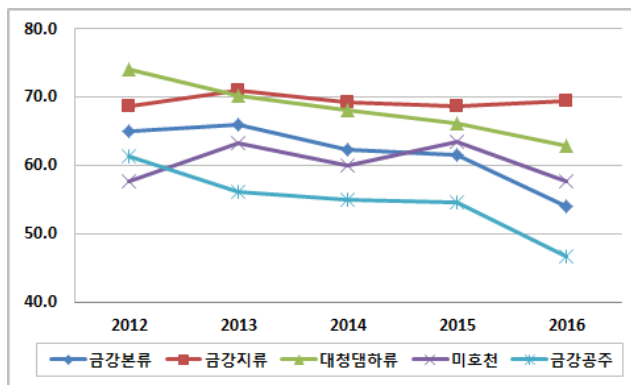
2) 저서성 대형무척추동물

- '16년 기준 저서동물지수(BMI)¹⁰⁾는 금강본류가 54.1로 '12년 대비 16.8% 저하되어 보통(C등급) 수준이며, 지류는 10.1%를 회복하여 양호(B등급)로 조사됨
- 대청댐하류는 16년도 BMI가 63.0로 양호(B등급)의 등급을 꾸준히 유지하고 있으며, 미호천과 금강공주는 각각 57.8로 46.8로 보통(C등급) 상태를 나타냄

[표 3-14] 세종시 중권역의 저서동물지수(BMI)

수계	중권역	2012	2013	2014	2015	2016
금강 본류		65.0	66.0	62.3	61.6	54.1
금강 지류		68.7	71.1	69.3	68.7	69.4
금강	대청댐하류	74.1	70.2	68.1	66.2	63.0
	미호천	57.7	63.3	60.1	63.5	57.8
	금강공주	61.4	56.2	55.1	54.7	46.8

자료 : 환경부(2012~2016), 「수생태계 건강성 조사 및 평가(V~IX) -금강 대권역-」



[그림 3-15] 연도별 세종시 중권역의 BMI 변화

10) BMI(Benthic Macroinvertebrate Index) : 하천 먹이사슬의 1차 소비자로 지표생물로 활용(환경요인과 서식지에 따라 민감하게 반응), 평가등급: 최상 80≤~≤100, 양호 60≤~<80, 보통 45≤~<60, 불량 0≤~<45

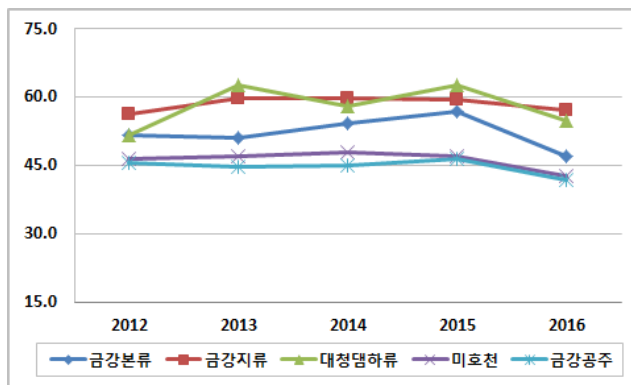
3) 어류

- '16년 기준 금강 본류의 어류평가지수(FAI)¹¹⁾는 47.2로 '12년 대비 8.5% 하락하여 보통(C등급) 상태를 나타내었으며, 금강 지류는 12년도에 56.3, 16년도는 57.2로 꾸준히 양호(B등급)를 유지하고 있음
- 대청댐하류 중권역의 경우 '13년 이후 점차 건강성을 회복하여 '15년에 62.6을 나타내었으나, '16년에 다시 54.8로 하락하여 보통(C등급)수준을 나타내었음

[표 3-15] 세종시 중권역의 어류평가지수(FAI)

수계	중권역	2012	2013	2014	2015	2016
금강 본류		51.6	51.0	54.3	56.9	47.2
금강 지류		56.3	59.9	59.9	59.6	57.2
금강	대청댐하류	51.7	62.6	57.9	62.6	54.8
	미호천	46.5	47.2	47.9	47.1	42.7
	금강공주	45.6	44.7	44.9	46.5	41.9

자료 : 환경부(2012~2016), 「수생태계 건강성 조사 및 평가(V~IX) -금강 대권역-」



[그림 3-16] 연도별 세종시 중권역의 FAI 변화

11) FAI(Fish Assessment Index) : 광범위한 서식지 상태를 대표(어류의 생존기간 및 이동성 활용), 평가등급: 최상 87.5≤~<100, 양호 56.2≤~<87.5, 보통 25≤~<56.2, 불량 0≤~<25

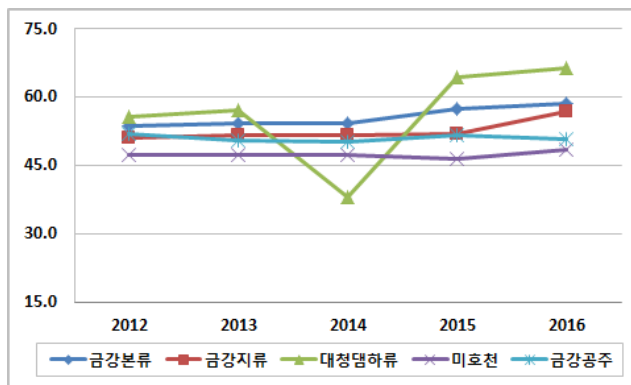
4) 서식 및 수변환경

- 16년도 금강 본류 및 지류의 서식수변환경지수(HRI)¹²⁾는 각각 58.6과 56.8로 '12년도부터 본류는 8.2%, 지류가 9.9% 증가하여 양호(B등급) 상태로 나타났음
- 대청댐 하류의 HRI지수는 66.5(좋음, B등급)로 '12년 대비 16.4% 증가 하였으며, 미호천 및 금강공주 증권역은 미미한 증감을 보이며 각각 보통(C등급)과 양호(B등급)의 상태를 유지하고 있음

[표 3-16] 세종시 증권역의 서식수변환경지수(HRI)

수계	증권역	2012	2013	2014	2015	2016
금강 본류		53.8	54.4	54.4	57.4	58.6
금강 지류		51.2	51.6	51.6	52.1	56.8
금강	대청댐하류	55.6	57.3	38.0	64.5	66.5
	미호천	47.3	47.3	47.3	46.5	48.5
	금강공주	52.1	50.5	50.2	51.8	50.9

자료 : 환경부(2012~2016), 「수생태계 건강성 조사 및 평가(V~IX) -금강 대권역-」



[그림 3-17] 연도별 세종시 증권역의 HRI 변화

12) HRI(Habitat and Riparian Index) : 하천의 물리적 특성을 평가하여 하천의 외적 특성 정보 반영, 평가등급: 최상 75<~≤100, 양호 50<~≤75, 보통 25<~≤50, 불량 0≤~≤25

제3절 오염원 및 배출특성 분석

1. 오염원¹³⁾ 및 환경기초시설 현황

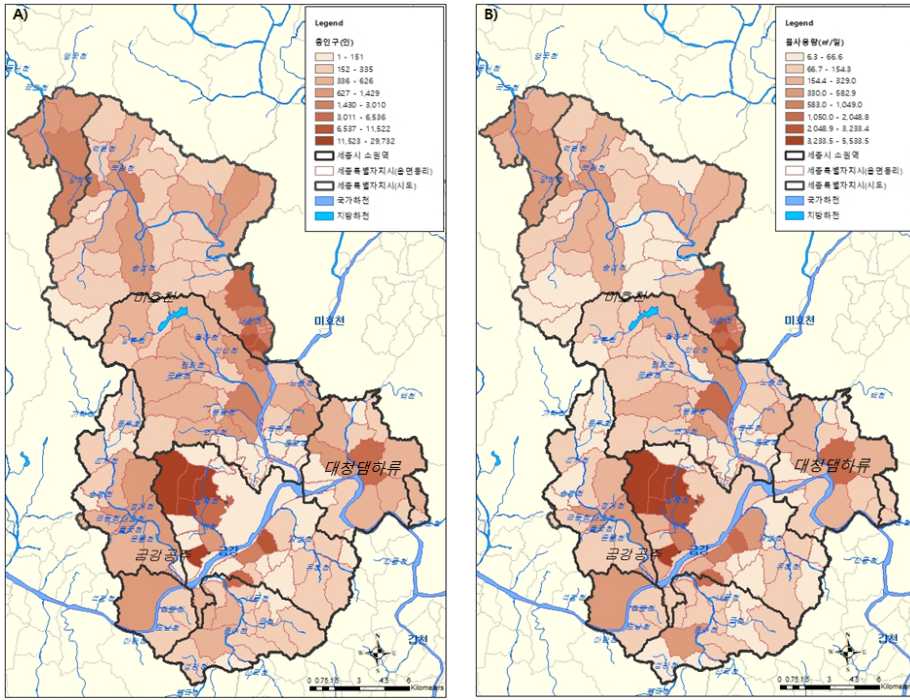
1) 생활계

- '16년 기준 총 인구는 246,793명으로 금강공주의 세종보 소권역에 세종시 인구의 61.1%인 150,692명이 거주하는 것으로 조사되었음
- 미호천 증권역의 조천 소권역에 56,424명(22.9%) 및 미호천 하류에 14,875명(6.0%)이 거주하고 있음
- 물사용량은 거주인구수와 비례하여 금강공주의 세종보 소권역에서 33,778.4m³/일(52.3%)로 가장 높게 나타났으며, 조천은 16,885.9m³/일(26.2%), 미호천하류는 5,284.4m³/일(8.2%)로 조사됨

[표 3-17] 세종시 생활계 오염원 현황

증권역	소권역	총인구		물사용량	
		(인)	(%)	(m ³ /일)	(%)
대청댐하류	매포수위표	235	0.1	69.0	0.1
	미호천합류전	8,649	3.5	2,961.4	4.6
미호천	미호천하류	14,875	6.0	5,284.4	8.2
	조천	56,424	22.9	16,885.9	26.2
금강공주	세종보	150,692	61.1	33,778.4	52.3
	용수천	4,975	2.0	2,035.9	3.2
	대교천	6,064	2.5	1,988.1	3.1
	공주수위표	1,230	0.5	481.8	0.7
삽교천	곡교천상류	3,650	1.5	1,043.7	1.6
합 계		246,793	100.0	64,529	100.0

13) 세종시의 오염원 현황은 전국오염원조사(환경부, 2016) 자료와 증권역 점유율을 고려하여 산출하였음. 증권역의 점유율은 세종시의 읍·면·동을 증권역으로 나누었을 때 증권역별로 편입되는 면적비임. 본 과제에서는 GIS를 사용하여 읍·면·동의 면적을 계산하고 이를 증권역별로 편입되는 면적의 비로 점유율을 도출하였음



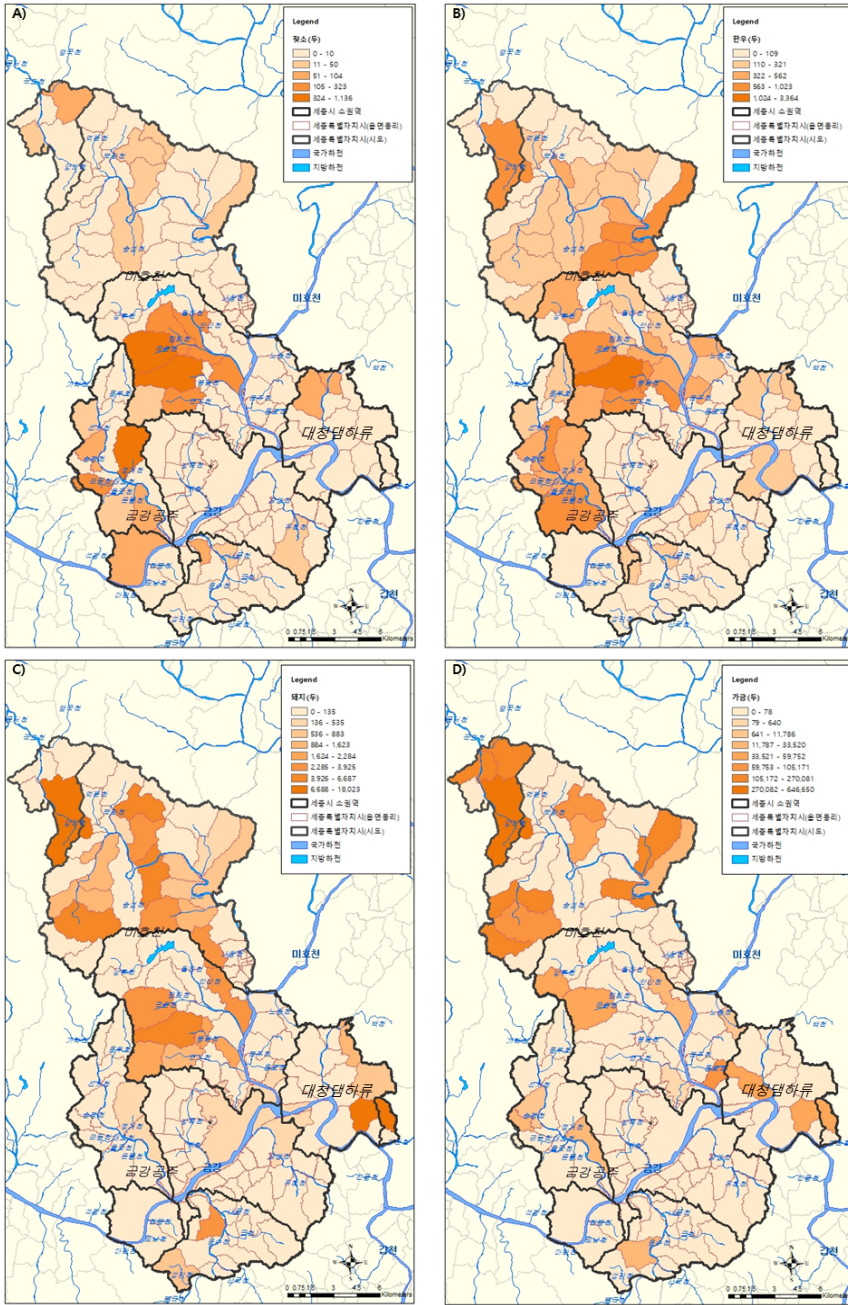
[그림 3-18] 세종시 소권역별 생활계 오염원 현황(A: 총 인구, B: 물 사용량)

2) 축산계

- '16년 세종시의 가축사육두수는 2,475,736두로 젓소가 4,677두(0.2%)이며, 한우는 25,042두(1.0%), 돼지는 89,858두(3.6%), 가금이 2,356,159두(95.2%)로 조사됨
- 미호천하류 소권역의 젓소 및 한우 사육두수는 각각 2,859두(61.1%) 및 10,743두(42.9%)로 세종시 내에서 가장 많음
- 돼지는 미호천의 조천 소권역에서 36,876두가 사육되고 있으며, 미호천하류에 19,925두가 사육되어 총 돼지 사육두수 중 63.2%가 미호천 중권역에서 사육되고 있는 것으로 나타남
- 가축사육 분포로는 대청댐하류의 미호천합류전과 매포수위표 권역에서 각각 13,528두(15.1%)와 6,865두(7.6%)가 등곡리에서 높은 밀도로 집중되어 사육되고 있는 것으로 나타남

[표 3-18] 세종시 축산계 오염원 현황

중권역	소권역	젓소		한우		돼지		가금	
		(두)	(%)	(두)	(%)	(두)	(%)	(두)	(%)
대청댐하류	매포수위표	0	0.0	76	0.3	6,865	7.6	18,653	0.8
	미호천합류전	171	3.7	1,311	5.2	13,528	15.1	79,125	3.4
미호천	미호천하류	2,859	61.1	10,743	42.9	19,925	22.2	224,157	9.5
	조천	202	4.3	6,098	24.4	36,876	41.0	1,219,630	51.8
금강공주	세종보	53	1.1	712	2.8	737	0.8	509	0.0
	용수천	106	2.3	536	2.1	3,536	3.9	21,341	0.9
	대교천	1,065	22.8	4,962	19.8	680	0.8	68,766	2.9
	공주수위표	88	1.9	135	0.5	1	0.0	31	0.0
삼교천	곡교천상류	132	2.8	467	1.9	7,711	8.6	723,946	30.7
합계		4,677	100.0	25,042	100.0	89,858	100.0	2,356,159	100.0



A) 젓소, B) 한우, C) 돼지, D) 가금

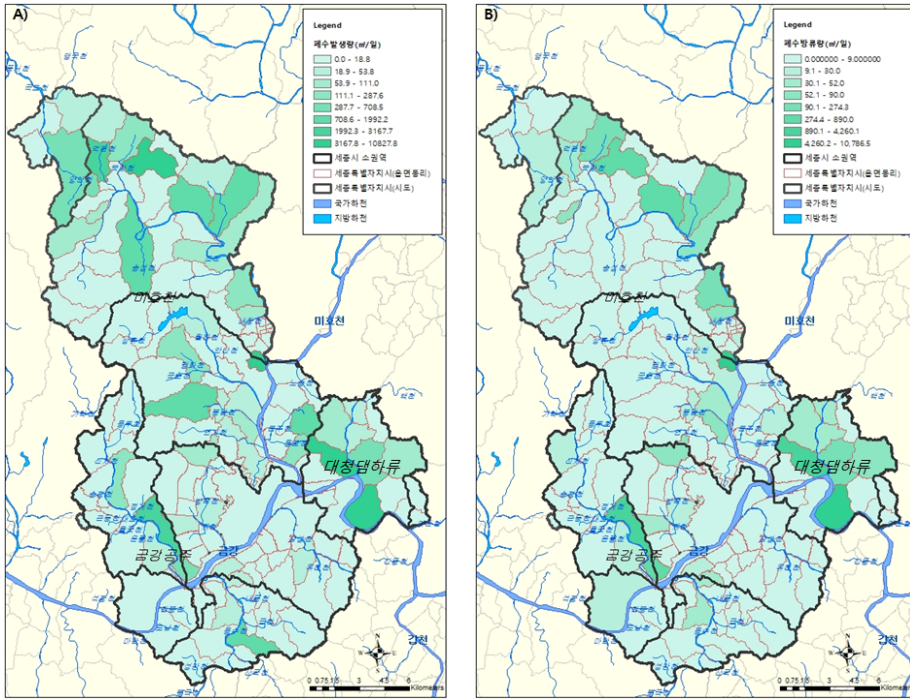
[그림 3-19] 세종시 소권역별 축산계 오염원 현황

3) 산업계

- '16년 기준 총 폐수발생량 및 폐수방류량은 각각 55,467.3m³/일과 31,524.7m³/일로 조사되었음
- 이 중 대청댐하류의 미호천합류전 소권역의 부강산업단지가 폐수발생량 21,017.8m³/일(37.9%)과 폐수방류량 15,430.4m³/일(48.9%)로 가장 높게 나타남
- 이후 높은 폐수발생 지역은 조천 소권역의 변암리에서 17,958.4m³/일로 나타났으며, 폐수방류량은 5,800.5m³/일로 조사됨
- 미호천하류 소권역은 연기전의 일반산업단지에서 폐수발생량 및 방류량은 각각 10,276.0m³/일과 6,230.3m³/일로 조사됨

[표 3-19] 세종시 산업계 오염원 현황

증권역	소권역	폐수발생량		폐수방류량	
		(m ³ /일)	(%)	(m ³ /일)	(%)
대청댐하류	매포수위표	0.6	0.0	0.5	0.0
	미호천합류전	21,017.8	37.9	15,430.4	48.9
미호천	미호천하류	10,276.0	18.5	6,230.3	19.8
	조천	17,958.4	32.4	5,800.5	18.4
금강공주	세종보	701.8	1.3	648.0	2.1
	용수천	1,477.9	2.7	81.1	0.3
	대교천	3,421.4	6.2	3,192.6	10.1
	공주수위표	19.9	0.0	19.9	0.1
삽교천	곡교천상류	593.4	1.1	121.4	0.4
합 계		55,467.3	100.0	31,524.7	100.0



A) 폐수발생량, B) 폐수방류량

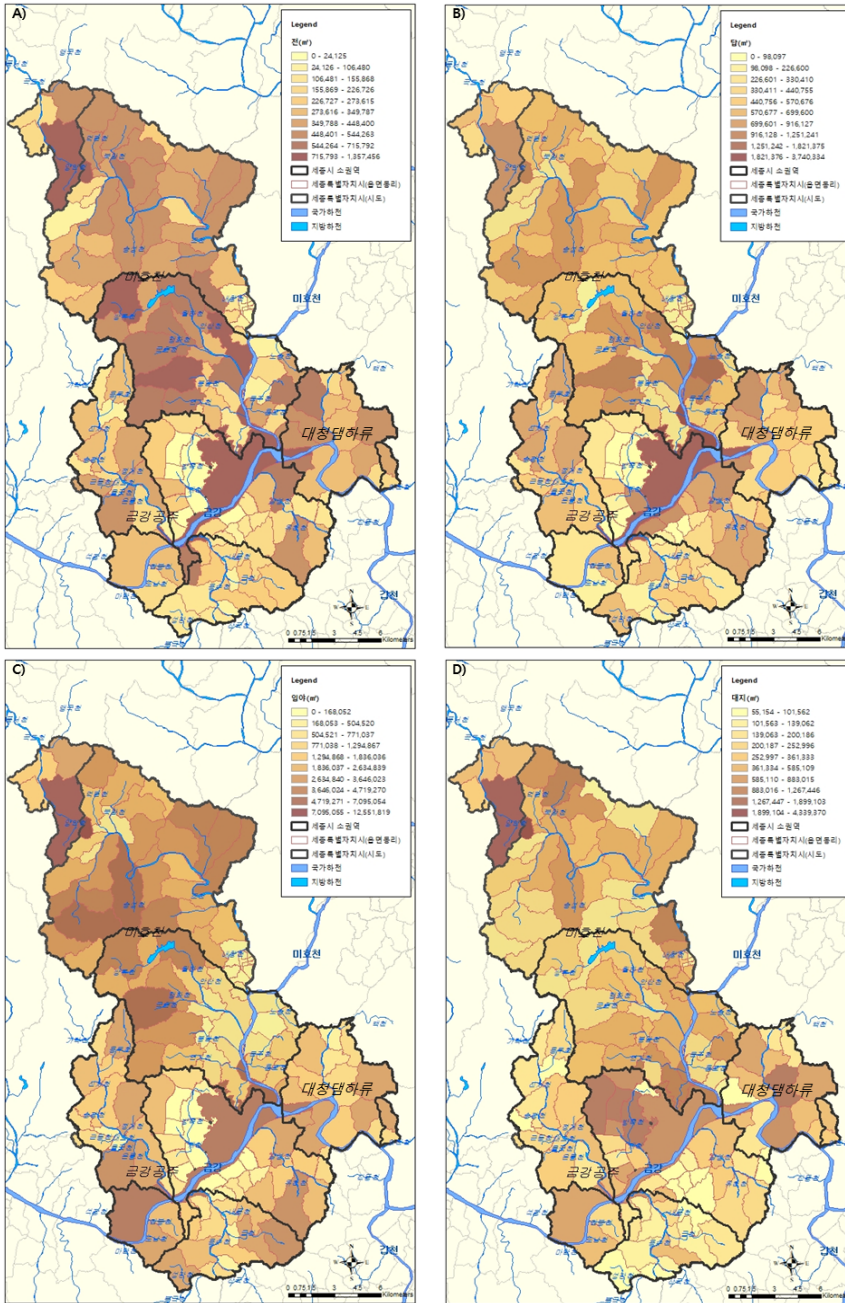
[그림 3-20] 세종시 소관역별 산업계 오염원 현황

4) 토지계

- 세종시의 총 면적은 464.865km²로 전(밭)이 43,432km²(9.3%)이고, 답은 67,151km²(14.4%), 임야가 244.996km²(52.7%), 대지는 54.103km²(11.6%), 기타 부지가 55.184km²(11.9%)로 나타남
- 토지계 중 대지의 비중은 미호천권역에 조천이 13.931km²로 가장 높게 나타났으며, 이후 금강공주의 세종보가 13.749km², 미호천하류가 9.723km²의 순으로 조사됨

[표 3-20] 세종시 토지계 오염원 현황

중권역	소권역	전		답		임야		대지		기타	
		(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
대청댐 하류	매포 수위표	0.244	0.6	0.271	0.4	1.796	0.7	0.318	0.6	0.265	0.5
	미호천 합류전	4.525	10.4	6.573	9.8	20.609	8.4	6.034	11.2	5.935	10.8
미호천	미호천 하류	12.787	29.4	16.419	24.5	41.522	16.9	9.723	18.0	12.810	23.2
	조천	11.805	27.2	14.252	21.2	77.007	31.4	13.931	25.7	10.303	18.7
금강 공주	세종보	5.535	12.7	13.841	20.6	30.465	12.4	13.749	25.4	14.970	27.1
	용수천	2.580	5.9	4.924	7.3	21.365	8.7	2.306	4.3	3.195	5.8
	대교천	3.704	8.5	7.635	11.4	27.917	11.4	3.183	5.9	3.673	6.7
	공주 수위표	0.807	1.9	1.073	1.6	11.684	4.8	1.428	2.6	1.763	3.2
삼교천	곡교천 상류	1.445	3.3	2.162	3.2	12.632	5.2	3.430	6.3	2.269	4.1
합 계		43.432	100.0	67.151	100.0	244.996	100.0	54.103	100.0	55.184	100.0



A) 전, B) 답, C) 임야, D) 대지

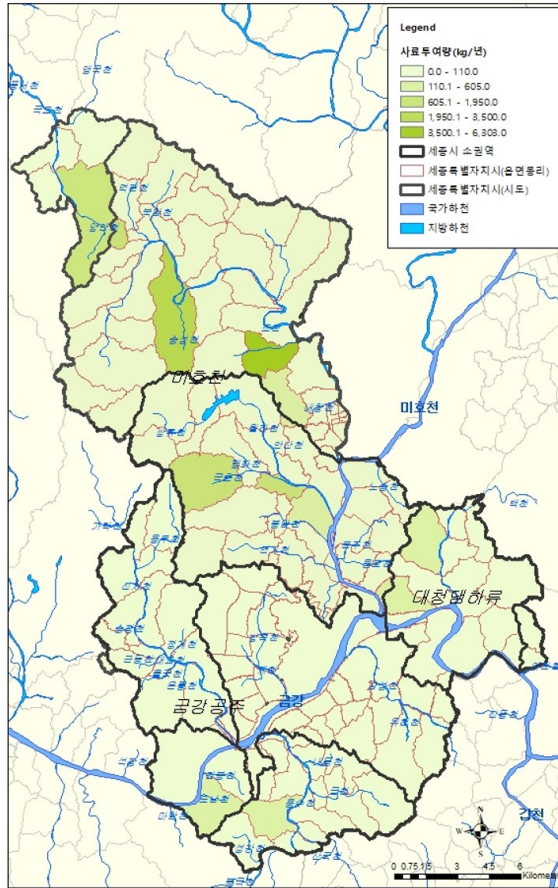
[그림 3-21] 세종시 소권역별 토지계 현황

5) 양식계

- 세종시의 양식계 오염원 현황으로는 양식장의 사료투여량이 미호천의 조천과 미호천하류 소권역에서 각각 10,165.6kg/년과 3,794.3kg/년으로 조사됨
- 미호천합류전이 692.6kg/년, 용수천이 501.1kg/년으로 조사되었으나, 미호천 중권역의 사료투여량에는 크게 미치지 못하는 양으로 나타남

[표 3-21] 세종시 양식계 오염원 현황

중권역	소권역	사료투여량(kg/년)	사료투여량(%)
대청댐하류	매포수위표	0.0	0.0
	미호천합류전	692.6	4.3
미호천	미호천하류	3,794.3	23.5
	조천	10,165.6	63.0
금강공주	세종보	0.5	0.0
	용수천	501.1	3.1
	대교천	8.0	0.0
	공주수위표	398.8	2.5
삽교천	곡교천상류	575.0	3.6
합 계		16,135.8	100.0



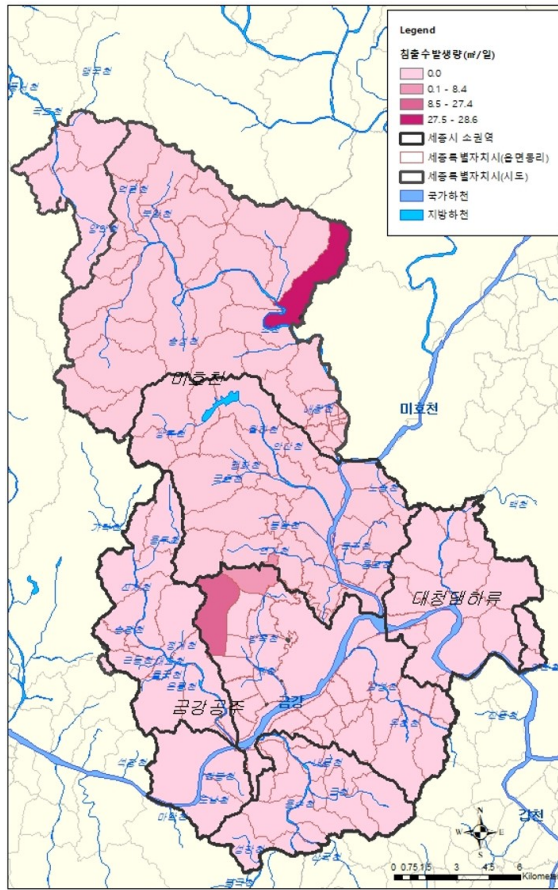
[그림 3-22] 세종시 소권역별 양식계 현황

6) 매립계

- 세종시의 매립계 오염원은 침출수의 발생유량을 조사하였으며, 금강공주 권역의 세종보가 34.6㎥/일로 가장 높게 나타났음
- 미호천 중권역의 조천에서 28.6㎥/일이 발생하는 것으로 나타났으며, 나머지 소권역에서는 미미한 양 또는 발생되지 않는 것으로 조사됨

[표 3-22] 세종시 매립계 오염원 현황

중권역	소권역	침출수발생유량 (㎥/일)	침출수발생유량 (%)
대청댐하류	매포수위표	0.0	0.0
	미호천합류전	0.0	0.0
미호천	미호천하류	1.0	1.5
	조천	28.6	44.4
금강공주	세종보	34.6	53.8
	용수천	0.0	0.0
	대교천	0.2	0.3
	공주수위표	0.0	0.0
삽교천	곡교천상류	0.0	0.0
합 계		64.4	100.0



[그림 3-23] 세종시 소권역별 매립계 현황

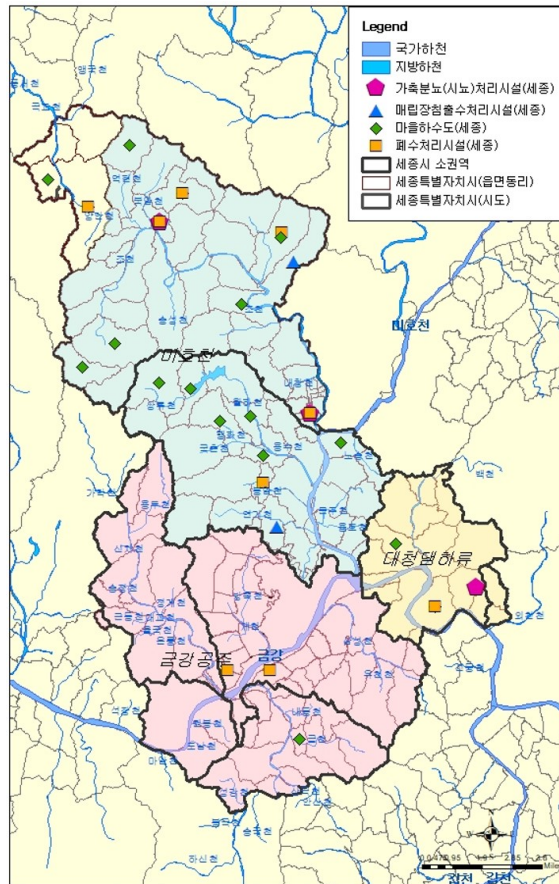
7) 환경기초시설

- 세종시의 환경기초시설은 폐수종말처리장(농공, 산업) 및 마을하수도, 그리고 가축분뇨처리장 등 총 34개소가 조사됨

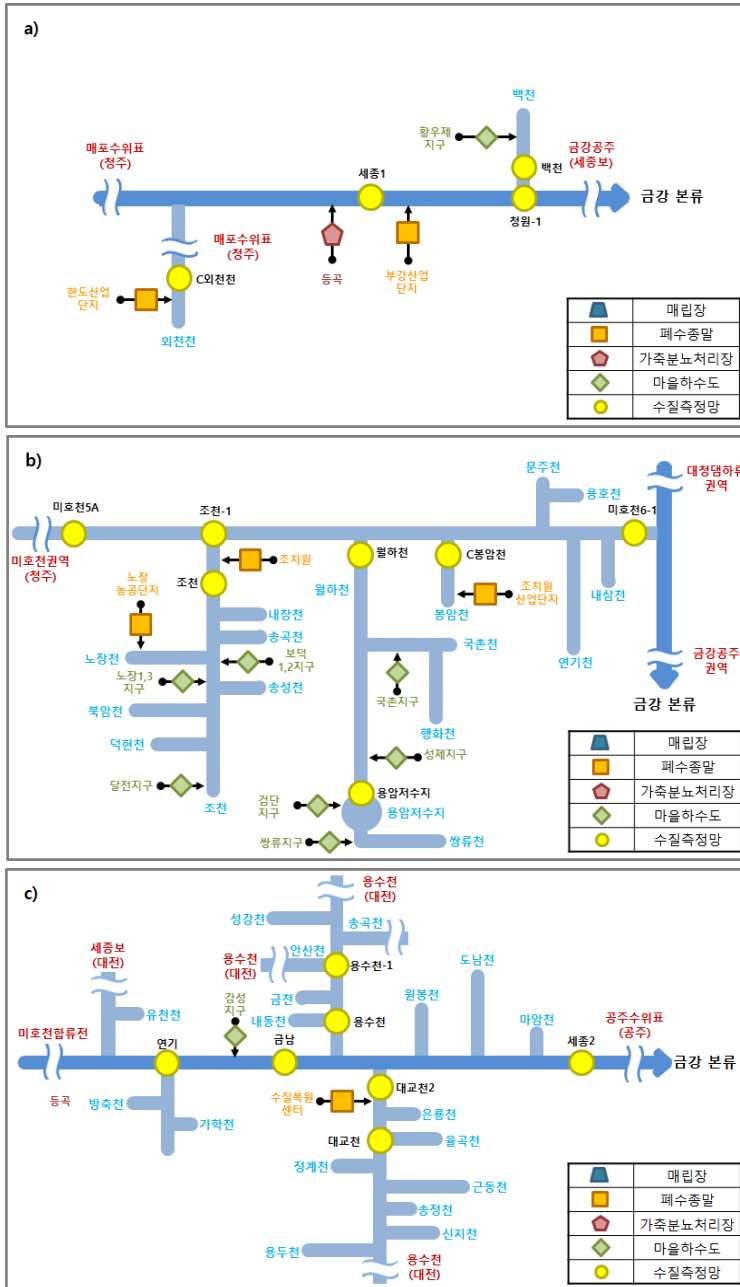
[표 3-23] 세종시 환경기초시설 현황

시설명	법정동 (읍면)	법정리	방류량 (㎥/일)	방류 하천명
조치원산업단지폐수종말처리장	연서면	부동리	600	봉암천
등곡가축분뇨공공처리시설	부강면	등곡리	105	금강
부강산업단지폐수종말처리장	부강면	금호리	3,500	금강
황우제지구마을하수도	연동면	명학리	48	백천
산수골지구마을하수도	연동면	예양리	7	노송천
미꾸리지구마을하수도	연동면	예양리	10	노송천
노송지구마을하수도	연동면	예양리	50	노송천
검시마을하수도	부강면	금호리	60	금강
감성지구마을하수도	금남면	감성리	68	금천
성제지구마을하수도	연서면	성제리	280	월하천
쌍류지구마을하수도	연서면	용암리	46	월하천
검단지구마을하수도	연서면	용암리	20	월하천
국촌지구마을하수도	연서면	국촌리	50	국촌천
유천지구마을하수도	전의면	유천리	30	양안천
신정지구마을하수도	전의면	신정리	70	북암천
달전지구마을하수도	전의면	달전리	50	조천
금사지구마을하수도	전의면	금사리	46	조천
노장1지구마을하수도	전동면	노장리	60	조천
노장3지구마을하수도	전동면	노장리	46	조천
보덕2지구마을하수도	전동면	보덕리	30	조천
보덕1지구마을하수도	전동면	송곡리	105	송곡천
운당지구마을하수도	소정면	운당리	270	맹곡천
소정면공공하수처리시설	소정면	대곡리	800	맹곡천
고등지구마을하수도	소정면	고등리	70	덕현천
수질복원센터A처리시설	가람동		50,000	대교천
연서면공공하수처리시설	연기면	보통리	3,400	봉암천
전의분뇨처리시설	전의면	동교리	7	-

시설명	법정동 (읍면)	법정리	방류량 (㎥/일)	방류 하천명
전의공공하수처리시설	전의면	동교리	2,000	조천
조치원공공하수처리시설	조치원읍	죽림리	20,000	조천
조치원분뇨처리시설	조치원읍	죽림리	60	-
노장농공단지폐수종말처리장	전동면	노장리	800	조천
소정산업단지폐수종말처리장	전의면	유천리	1,150	곡교천
전의산업단지폐수종말처리장	전의면	신정리	2,200	복암천
명학산업단지폐수종말처리장	연동면	명학리	8,000	금강



[그림 3-24] 세종시 소관역별 환경기초시설 현황



a) 대청댐하류, b) 미호천, c) 금강공주

[그림 3-25] 세종시 중권역 환경기초시설현황 및 하천모식도

2. 오염부하량 현황¹⁴⁾

1) 생활계

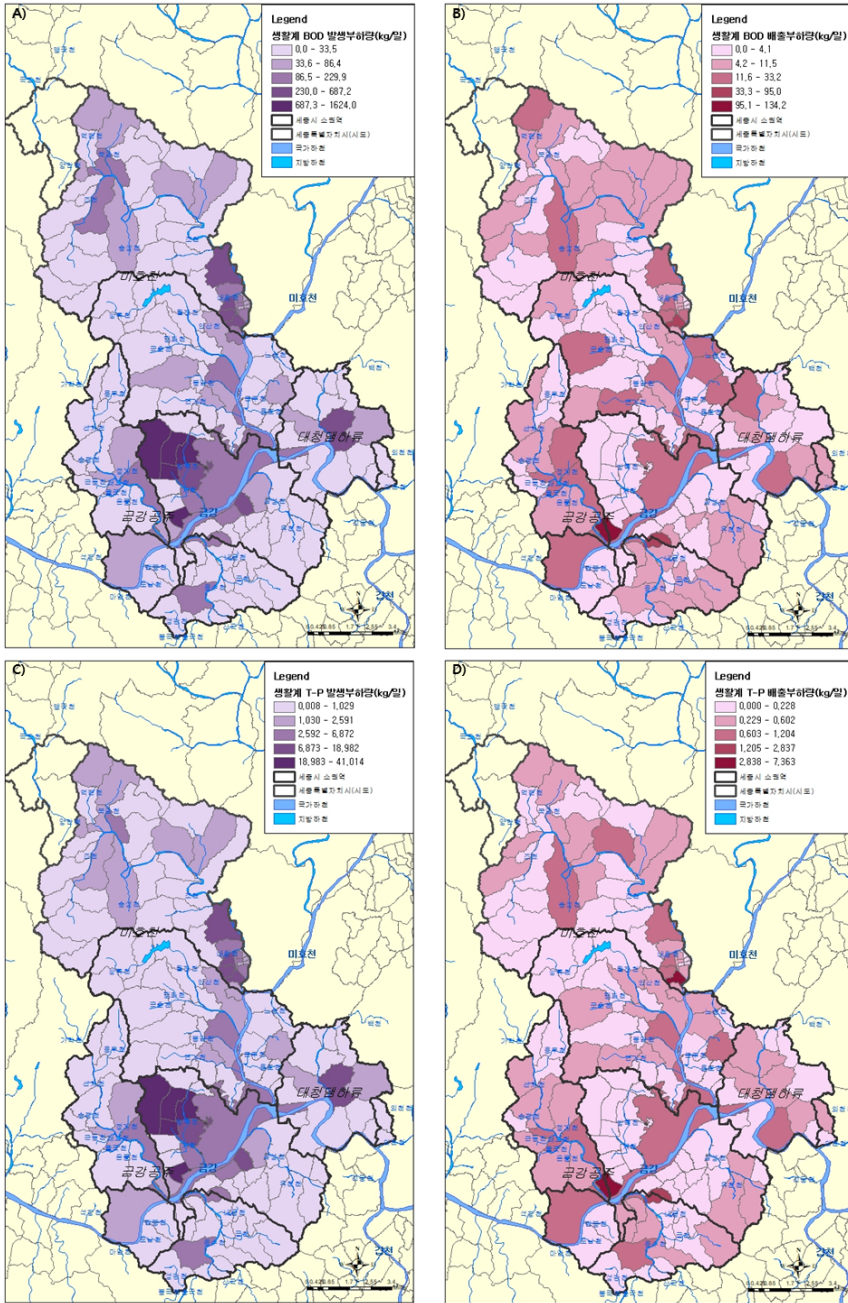
- 세종시의 총 생활계 발생부하는 BOD 및 T-P가 각각 14,926.4kg/일과 394.911kg/일로 나타났으며, 이 중 세종보 소권역에서 BOD 및 T-P가 8,947.2kg/일(59.9%), 229.287kg/일(58.1%)로 가장 높게 조사됨
- 배출부하량은 조천 소권역이 BOD 389.0kg/일(35.6%)과 T-P 16.713kg/일(32.4%)로 가장 높게 나타났으며, 증권역 기준으로 미호천 증권역이 생활계 총 배출부하량의 BOD 50.9% 및 T-P 47.3%를 차지하고 있음

[표 3-24] 세종시 생활계 오염원 현황

(단위 : kg/일, %)

증권역	소권역	발생부하량				배출부하량			
		BOD		T-P		BOD		T-P	
대청댐 하류	대포 수위표	13.8	0.1	0.411	0.1	5.9	0.5	0.240	0.5
	미호천 합류전	561.2	3.8	15.827	4.0	84.1	7.7	3.726	7.2
미호천	미호천 하류	963.4	6.5	27.955	7.1	166.8	15.3	7.700	14.9
	조천	3,614.3	24.2	97.289	24.6	389.0	35.6	16.713	32.4
금강 공주	세종보	8,947.2	59.9	229.287	58.1	176.7	16.2	9.150	17.7
	용수천	353.3	2.4	10.061	2.5	96.5	8.8	4.808	9.3
	대교천	388.2	2.6	11.542	2.9	154.0	14.1	8.171	15.8
	공주 수위표	85.0	0.6	2.539	0.6	19.2	1.8	1.106	2.1
합 계		14,926.3	100.0	394.910	100.0	1,092.3	100.0	51.614	100.0

14) 오염부하량은 3단계 세종시 수질오염총량관리 이행평가(2016)에서 산정된 오염부하량 자료를 사용하고 증권역 점유율을 고려하여 산정함. 이 중 삽교천 수계의 세종시 관할지역은 수질오염총량관리지역으로 설정되지 않았기 때문에 부하량 자료의 부재로 제외됨



A) BOD 발생부하량, B) BOD 배출부하량, C) T-P 발생부하량, D) T-P 배출부하량

[그림 3-26] 세종시 중권역 생활계 발생, 배출부하량 현황

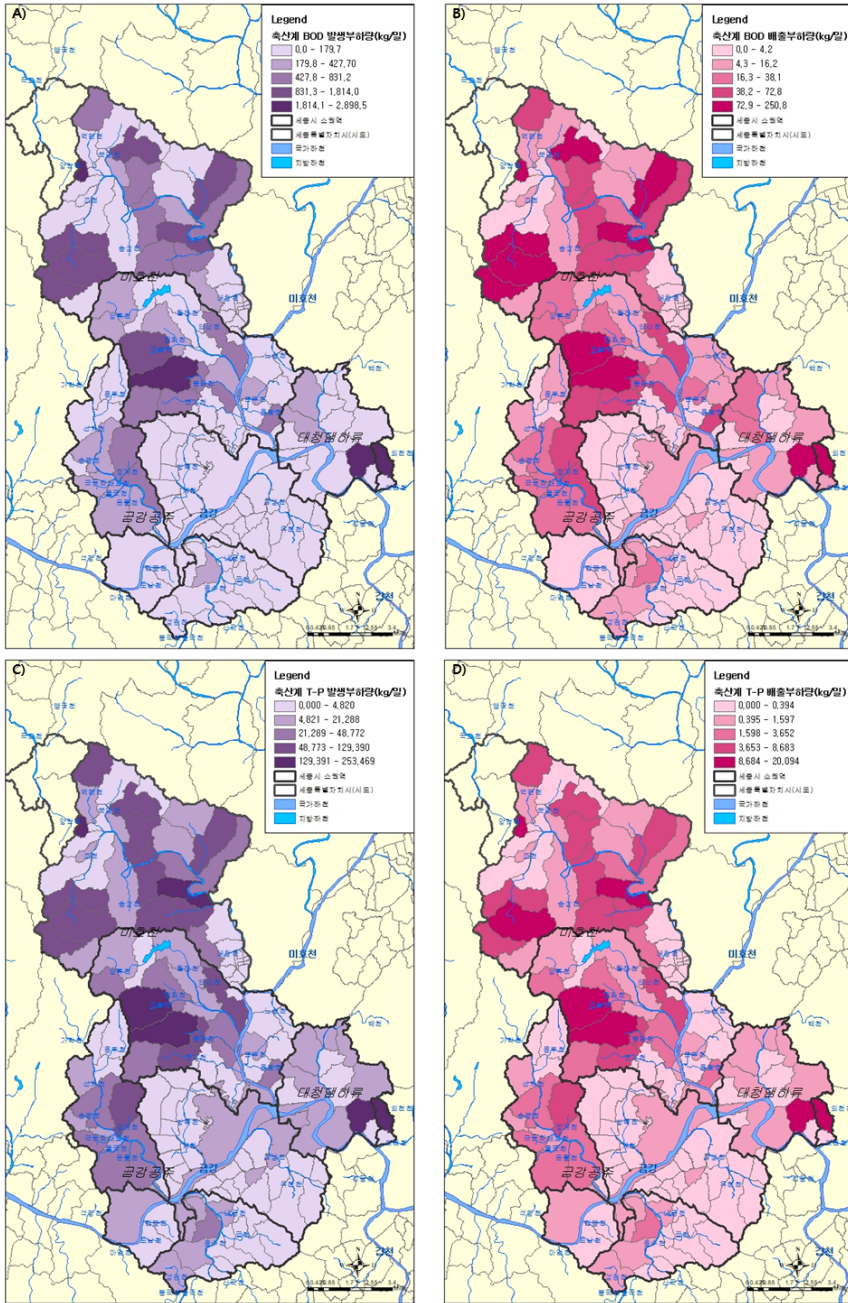
2) 축산계

- 축산계 총 발생부하량은 BOD 35,758.1kg/일 및 T-P 3,046.313kg/일이며, 총 배출부하량은 BOD 3,020.7kg/일 및 T-P 232.657kg/일임
- 소권역별 발생부하량은 조천 및 미호천하류의 소권역에서 BOD가 각각 16,392.6kg/일과 10,619.3kg/일로 나타났고, T-P는 1,405.465kg/일 및 884.453kg/일로 세종시 발생부하량 중 가장 높은 비중을 차지하고 있음
- 배출부하량 역시 조천과 미호천하류 소권역의 부하가 가장 크게 나타나며, 총 배출부하량의 BOD 77.3% 및 T-P 76.8%의 비중을 나타냄

[표 3-25] 세종시 축산계 오염원 현황

(단위 : kg/일, %)

증권역	소권역	발생부하량				배출부하량			
		BOD		T-P		BOD		T-P	
대청댐 하류	매포 수위표	886.7	2.5	94.065	3.1	49.4	1.6	5.566	2.4
	미호천 합류전	2,689.6	7.5	255.169	8.4	192.6	6.4	16.696	7.2
미호천	미호천 하류	10,619.3	29.7	884.453	29.0	901.2	29.8	69.150	29.7
	조천	16,392.6	45.8	1,405.465	46.1	1,433.0	47.4	109.625	47.1
금강 공주	세종보	501.7	1.4	39.085	1.3	44.3	1.5	2.946	1.3
	용수천	852.2	2.4	78.268	2.6	76.0	2.5	5.880	2.5
	대교천	3,694.6	10.3	279.837	9.2	314.9	10.4	21.956	9.4
	공주 수위표	121.4	0.3	9.971	0.3	9.3	0.3	0.839	0.4
합 계		35,758.1	100.0	3,046.313	100.0	3,020.7	100.0	232.657	100.0



A) BOD 발생부하량, B) BOD 배출부하량, C) T-P 발생부하량, D) T-P 배출부하량

[그림 3-27] 세종시 중권역 축산계 발생, 배출부하량 현황

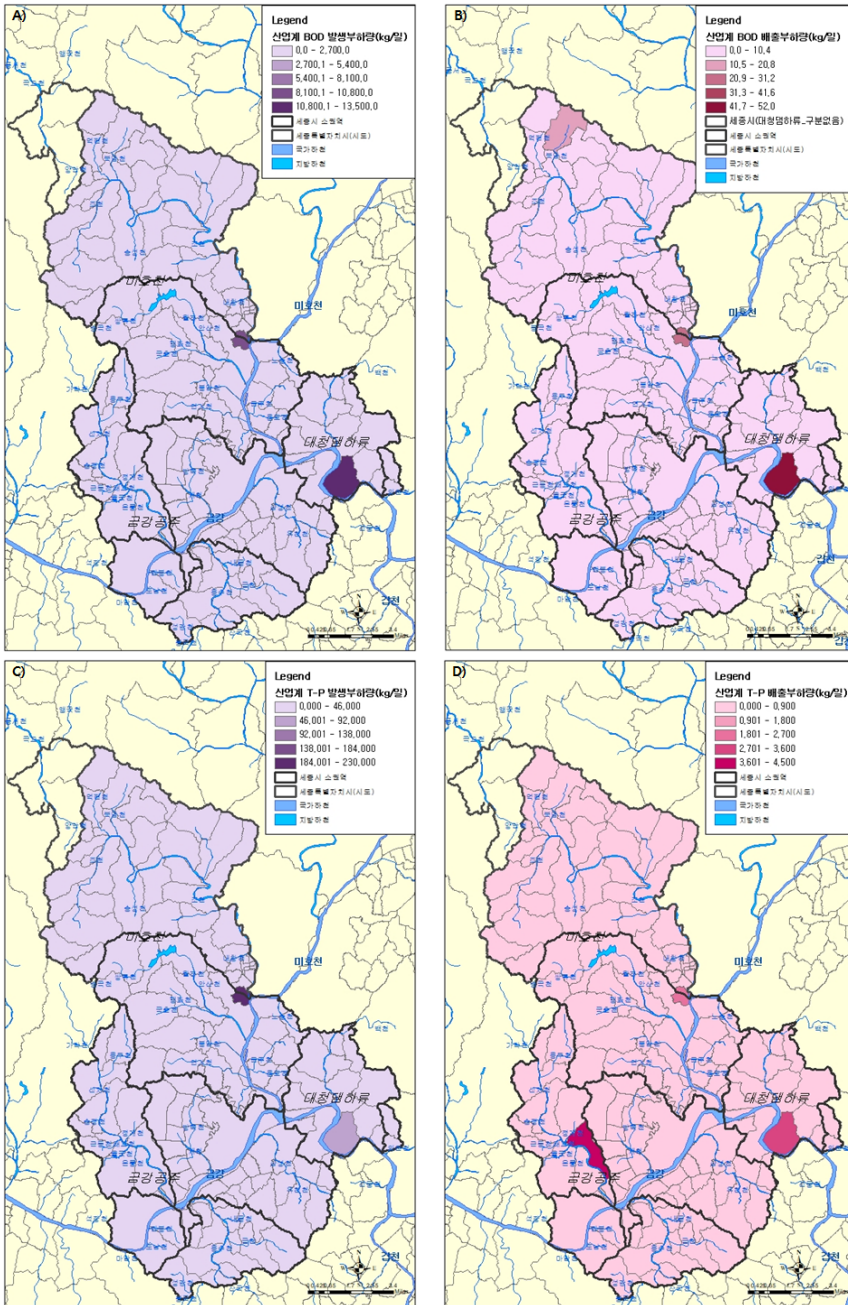
3) 산업계

- 세종시 산업계 오염부하량은 총 발생부하량이 BOD 29,418.0kg/일 및 T-P 426.332kg/일로 나타나며, 총 배출부하량은 BOD 151.9kg/일 및 T-P 13.387kg/일로 조사됨
- 소권역별 발생부하량으로는 산업단지가 조성되어 있는 미호천합류전과 미호천하류 소권역이 각각 BOD는 14,424.3kg/일과 7,271.6kg/일, T-P는 79.384kg/일 및 170.940kg/일로 높게 나타남
- 배출부하량은 미호천합류전, 대교천 순의 높은 부하량을 나타냈으며, 이후 미호천하류 소권역 및 조천 소권역을 제외한 나머지 소권역에서는 미미한 것으로 조사됨

[표 3-26] 세종시 산업계 오염원 현황

(단위 : kg/일, %)

중권역	소권역	발생부하량				배출부하량			
		BOD		T-P		BOD		T-P	
대청댐 하류	매포 수위표	0.2	0.0	0.003	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0
	미호천 합류전	14,424.3	49.0	79.384	18.6	70.6	46.5	4.049	30.2
미호천	미호천 하류	7,271.6	24.7	170.940	40.1	28.0	18.4	2.319	17.3
	조천	5,084.1	17.3	122.364	28.7	39.7	26.1	2.552	19.1
금강 공주	세종보	80.9	0.3	3.797	0.9	2.5	1.6	0.324	2.4
	용수천	70.1	0.2	8.481	2.0	1.2	0.8	0.081	0.6
	대교천	2,485.5	8.4	41.302	9.7	9.6	6.3	4.039	30.2
	공주 수위표	1.2	0.0	0.061	0.0	0.4	0.3	0.023	0.2
합 계		29,418.0	100.0	426.332	100.0	151.9	100.0	13.387	100.0



A) BOD 발생부하량, B) BOD 배출부하량, C) T-P 발생부하량, D) T-P 배출부하량

[그림 3-28] 세종시 중권역 산업계 발생, 배출부하량 현황

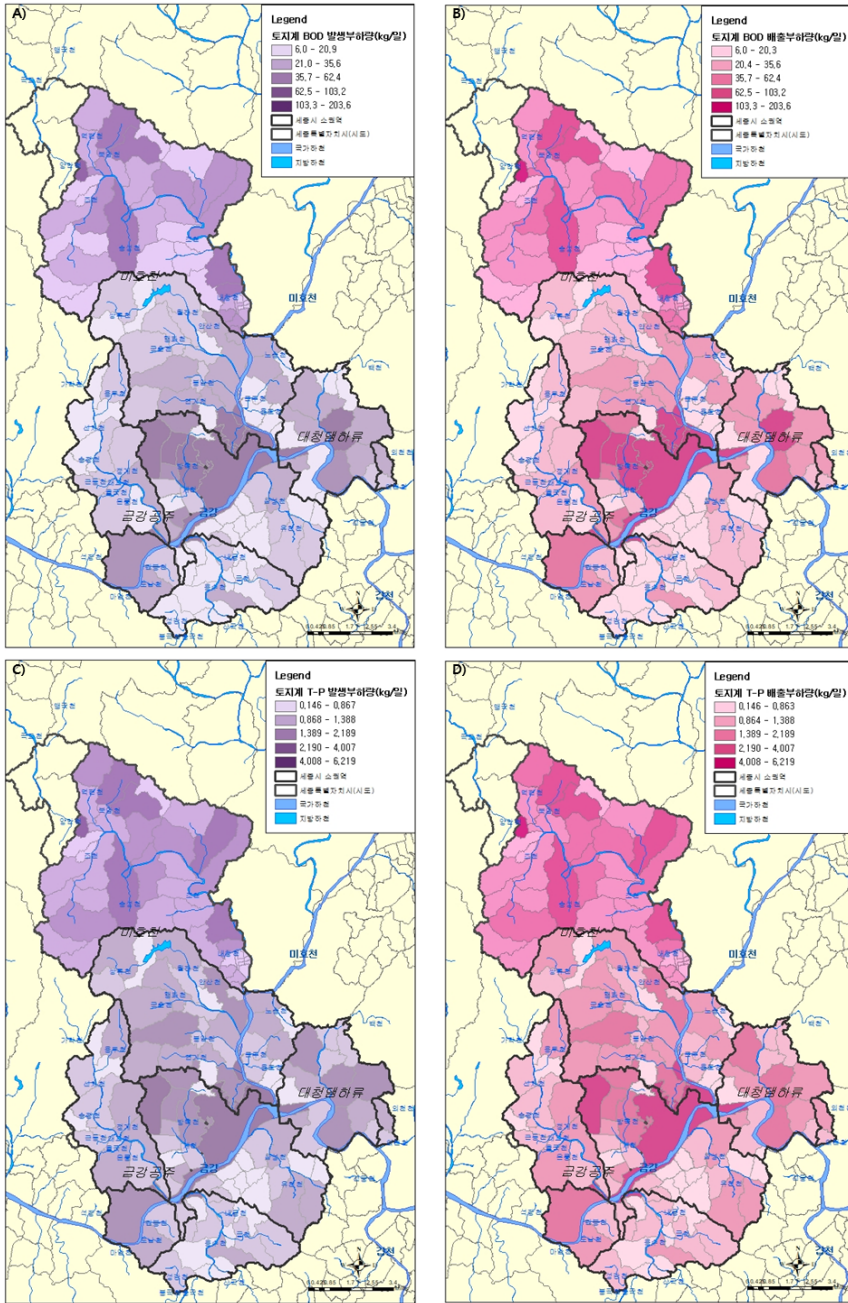
4) 토지계

- 세종시 토지계 총 발생부하량은 BOD가 4,992.9kg/일, T-P는 194.640kg/일이며, 총 배출부하량은 BOD 및 T-P가 각각 4,953.5kg/일과 194.108kg/일로 조사됨
- 오염원 현황과 마찬가지로 대지의 면적이 큰 조천 소권역이 BOD기준 총 발생 및 배출부하량의 30.2% 및 30.4%를 차지하고 있으며, 배출부하량은 BOD가 1,503.9kg/일, T-P는 57.456kg/일로 나타남
- 이후 세종보와 미호천하류 소권역의 배출부하량이 각각 BOD는 1,235.9kg/일과 941.2kg/일, T-P가 42.552kg/일 및 39.570kg/일로 높게 나타남

[표 3-27] 세종시 토지계 오염원 현황

(단위 : kg/일, %)

중권역	소권역	발생부하량				배출부하량			
		BOD		T-P		BOD		T-P	
대청댐 하류	매포 수위표	30.1	0.6	1.144	0.6	30.0	0.6	1.142	0.6
	미호천 합류전	562.1	11.3	20.689	10.6	544.9	11.0	20.268	10.4
미호천	미호천 하류	938.5	18.8	39.423	20.3	941.2	19.0	39.570	20.4
	조천	1,507.1	30.2	57.192	29.4	1,503.9	30.4	57.456	29.6
금강 공주	세종보	1,257.3	25.2	43.069	22.1	1,235.9	25.0	42.552	21.9
	용수천	235.1	4.7	11.478	5.9	234.7	4.7	11.467	5.9
	대교천	324.5	6.5	16.146	8.3	324.7	6.6	16.154	8.3
	공주 수위표	138.2	2.8	5.499	2.8	138.2	2.8	5.499	2.8
합 계		4,992.9	100.0	194.640	100.0	4,953.5	100.0	194.108	100.0



A) BOD 발생부하량, B) BOD 배출부하량, C) T-P 발생부하량, D) T-P 배출부하량

[그림 3-29] 세종시 중권역 토지계 발생, 배출부하량 현황

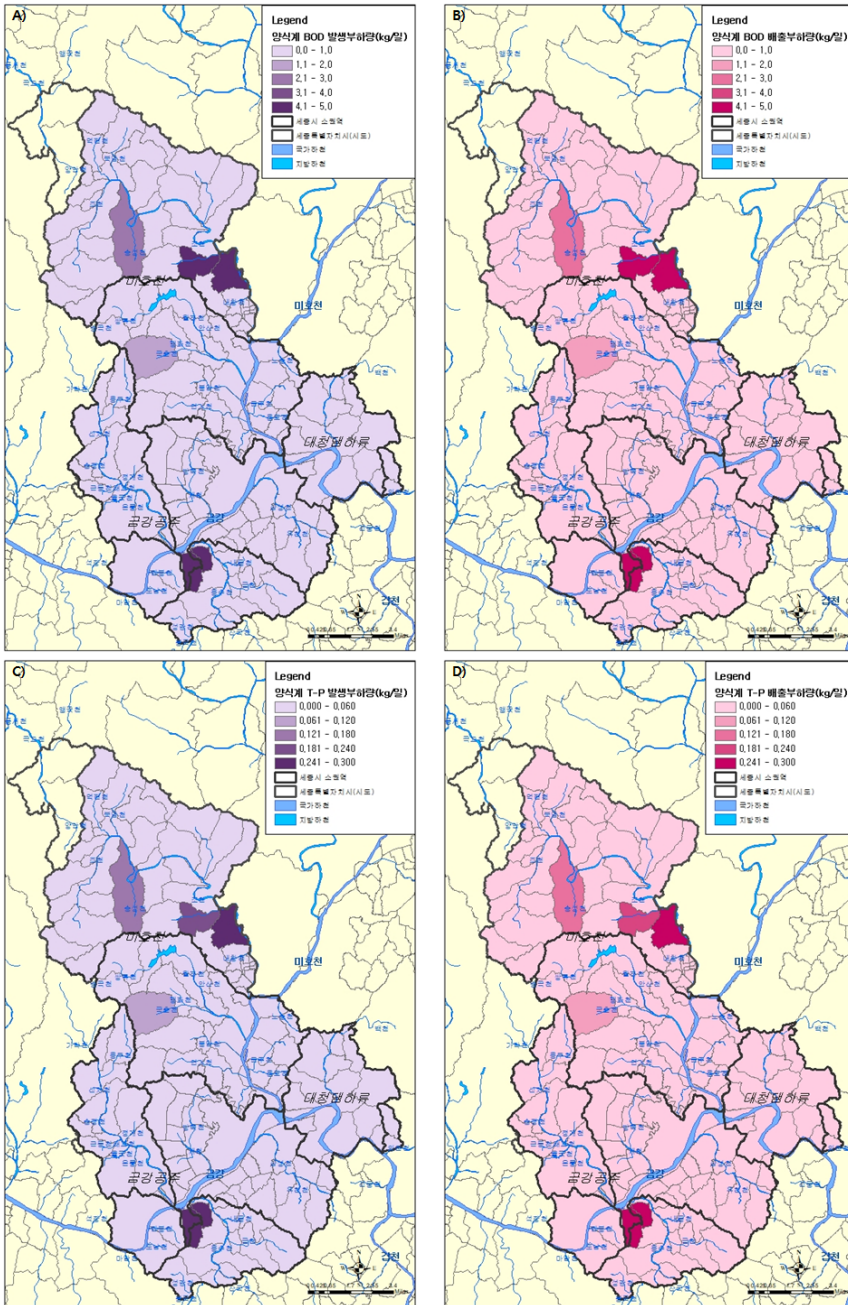
5) 양식계

- 세종시 양식계 총 발생 및 배출부하량은 BOD가 25.2kg/일, T-P 1.323kg/일로 조사되었음
- 발생 및 배출부하량은 조천 소권역에서 BOD는 12.0kg/일과 T-P 0.626kg/일로 가장 높게 나타났으며, 이후 용수천 소권역에서 BOD 및 T-P가 각각 12.0kg/일과 0.626kg/일로 조사됨
- 이후 미호천하류, 세종보의 발생 및 배출부하량이 BOD기준으로 각각 2.6kg/일과 2.7kg/일로 나타나고 있으며, T-P는 각각 0.135kg/일 및 0.145kg/일로 조사됨

[표 3-28] 세종시 양식계 오염원 현황

(단위 : kg/일, %)

중권역	소권역	발생부하량				배출부하량			
		BOD		T-P		BOD		T-P	
대청댐 하류	매포 수위표	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0
	미호천 합류전	0.5	1.9	0.025	1.9	0.5	1.9	0.025	1.9
미호천	미호천 하류	2.6	10.3	0.135	10.2	2.6	10.3	0.135	10.2
	조천	12.0	47.5	0.626	47.3	12.0	47.5	0.626	47.3
금강 공주	세종보	2.7	10.9	0.145	11.0	2.7	10.9	0.145	11.0
	용수천	7.1	28.1	0.375	28.3	7.1	28.1	0.375	28.3
	대교천	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0
	공주 수위표	0.3	1.3	0.017	1.3	0.3	1.3	0.017	1.3
합 계		25.2	100.0	1.323	100.0	25.2	100.0	1.323	100.0

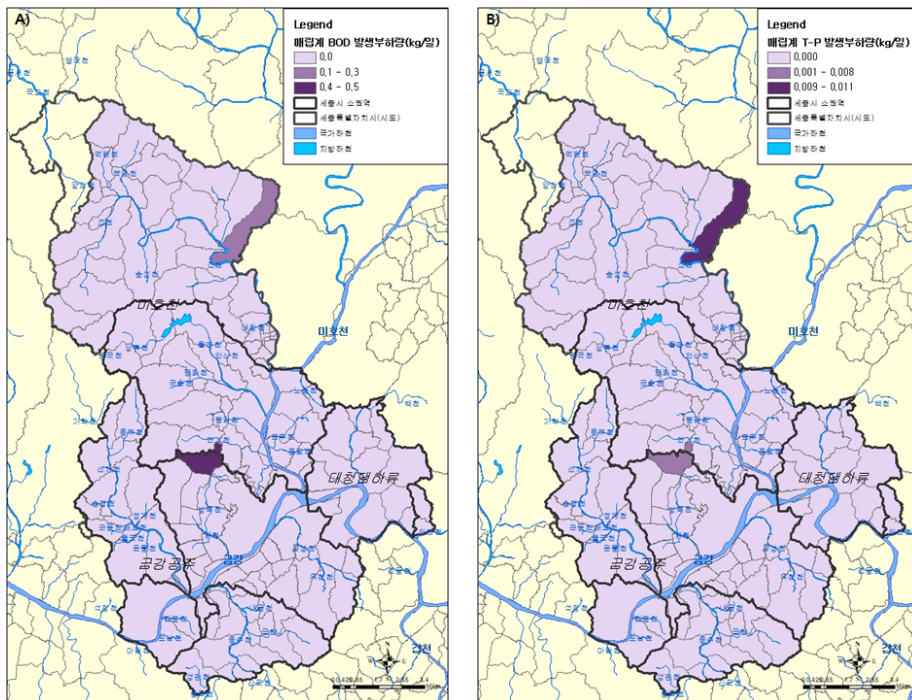


A) BOD 발생부하량, B) BOD 배출부하량, C) T-P 발생부하량, D) T-P 배출부하량

[그림 3-30] 세종시 중권역 양식계 발생, 배출부하량 현황

6) 매립계

- 세종시 매립계 총 발생부하량으로는 BOD가 0.9kg/일, T-P는 0.019kg/일로 나타나며, 총 배출부하량은 없음
- 발생부하량의 경우 조천, 미호천하류, 세종보 소권역에서만 발생하고 있으며, 이중 가장 많이 발생하는 세종보의 발생부하량은 BOD가 0.5kg/일, T-P 0.007kg/일로 조사됨
- 조천 및 미호천하류의 발생부하량은 BOD가 각각 0.3kg/일과 0.1kg/일로 나타나며, T-P는 0.011kg/일 및 0.001kg/일로 조사됨



A) BOD 발생부하량, B) T-P 발생부하량

[그림 3-31] 세종시 중권역 매립계 발생, 배출부하량 현황

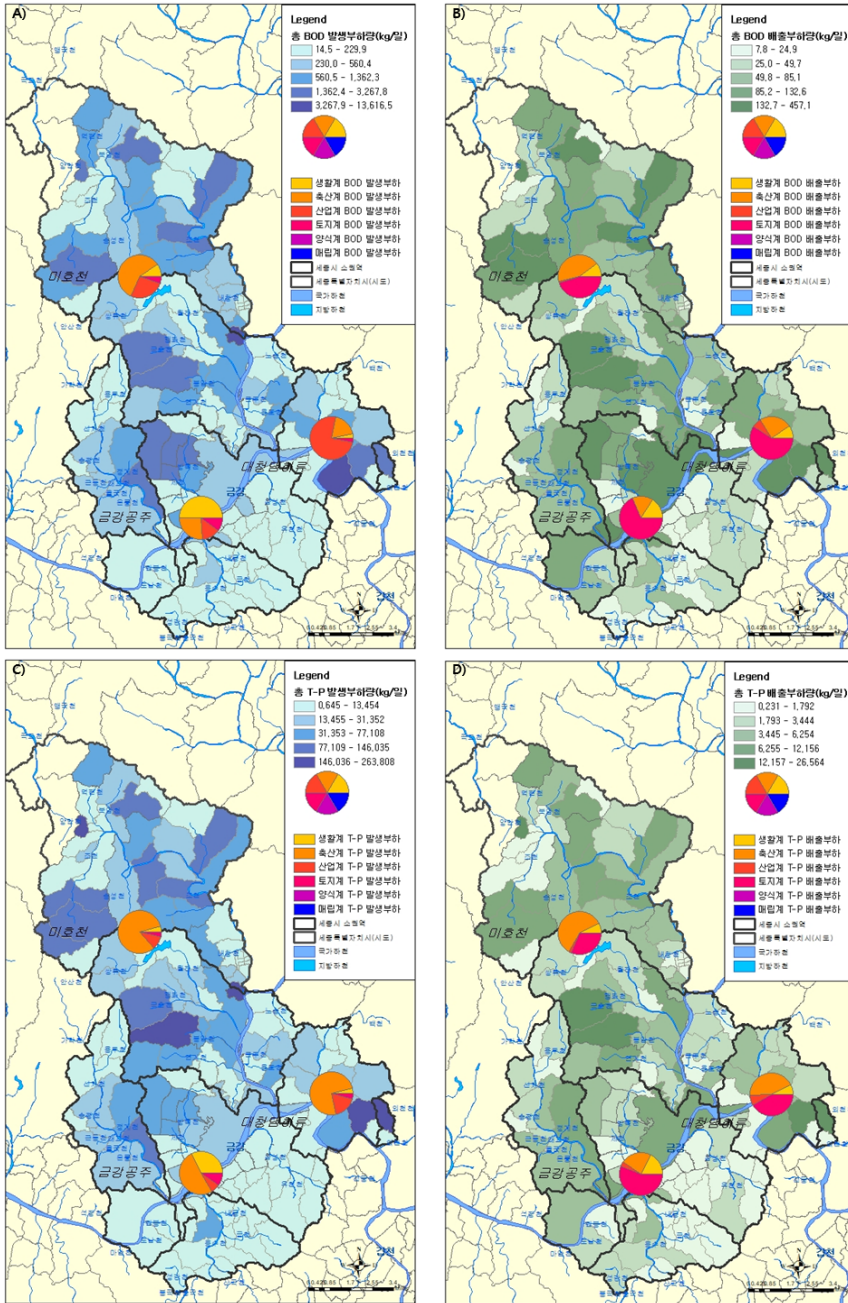
7) 총 오염부하량

- 세종시의 오염원에서 발생하는 총 발생부하량은 BOD가 85,121.3kg/일, T-P는 4,063.537kg/일이며, 총 배출부하량은 BOD 9,243.6kg/일 및 T-P 493.089kg/일로 나타남
- 소권역별 발생부하량은 조천, 미호천하류, 미호천 합류전의 순으로 많이 발생되고 있으며, 가장 많은 발생량을 나타내는 조천의 BOD 및 T-P 발생부하량은 각각 26,610.4kg/일과 1,682.947kg/일로 나타남
- 미호천 증권역(미호천하류 및 조천)은 총 발생부하량 중 BOD는 54.5%, T-P는 69.1%의 비중을 차지하고 있으며, 배출부하량 또한 BOD가 5,417.3kg/일(58.6%), T-P는 305.844kg/일(62.0%)로 크게 나타남

[표 3-29] 세종시 총 오염부하량 현황

(단위 : kg/일, %)

증권역	소권역	발생부하량				배출부하량			
		BOD		T-P		BOD		T-P	
대청댐 하류	매포 수위표	930.7	1.1	95.622	2.4	85.3	0.9	6.948	1.4
	미호천 합류전	18,237.7	21.4	371.094	9.1	892.7	9.7	44.764	9.1
미호천	미호천 하류	19,795.6	23.3	1,122.907	27.6	2,039.8	22.1	118.873	24.1
	조천	26,610.4	31.3	1,682.947	41.4	3,377.5	36.5	186.971	37.9
금강 공주	세종보	10,790.2	12.7	315.391	7.8	1,462.2	15.8	55.117	11.2
	용수천	1,517.8	1.8	108.662	2.7	415.5	4.5	22.611	4.6
	대교천	6,892.9	8.1	348.827	8.6	803.1	8.7	50.320	10.2
	공주 수위표	346.1	0.4	18.087	0.4	167.4	1.8	7.484	1.5
합 계		85,121.3	100.0	4,063.537	100.0	9,243.6	100.0	493.089	100.0



A) BOD 발생부하량, B) BOD 배출부하량, C) T-P 발생부하량, D) T-P 배출부하량

[그림 3-32] 세종시 중권역 총 발생, 배출부하량 현황

제4절 오염원인 분석 및 진단

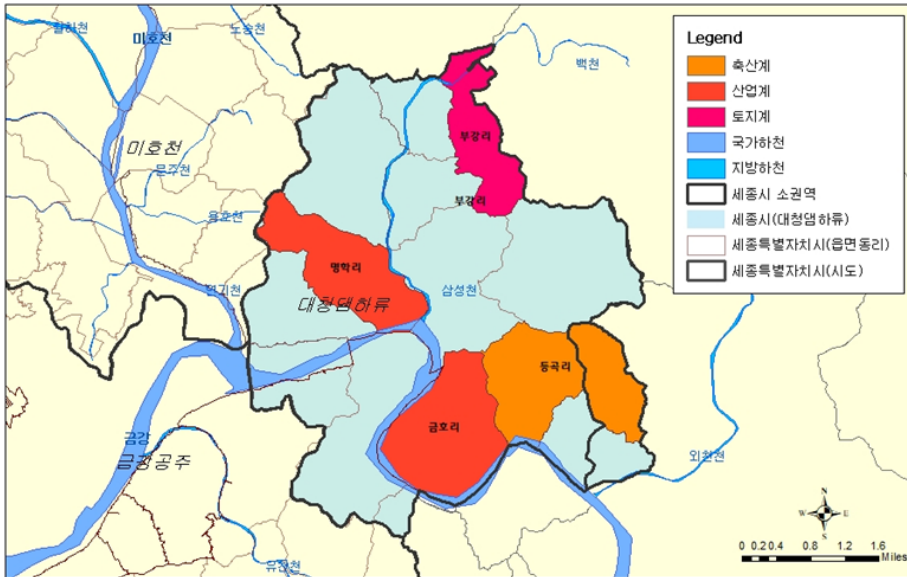
1. 주요 오염원 분석

1) 세종시 대청댐하류 중권역

- 대청댐하류 중권역은 다른 중권역에 비해 오염원의 영향이 적은 것으로 나타났으나, 산업계의 발생부하량 및 축산계의 사육밀도가 높은 것으로 분석됨
- 산업계의 경우, 부강리에 위치하고 있는 부강일반산업단지에서 발생하는 점오염원은 세종시 총 발생부하량의 16.9%(BOD기준)를 차지하고 있음
- 산업단지의 배출부하량은 발생부하량에 대비 0.49%(BOD기준)의 적은 양이지만, 금강본류에 직접적으로 방류되고 있으며, 본류의 유량이 부족한 시기(저수기)에 오염물질의 유입은 수질악화의 원인이 될 가능성이 높음
- 대청댐하류 중권역의 축산계 중 돼지 사육두수는 세종시 돼지 사육두수의 22.7%인 20,393두로 조사되고 있으며, 그 중 18,023두(88.4%)가 부강면 등곡리에서 집중적으로 사육되고 있음

[표 3-30] 대청댐하류 중권역 주요 오염원

주요 오염원	해당지역		배출부하량(kg/일)	
	소권역	읍면동리	BOD	T-P
토지계	미호천합류전	부강면(부강리)	123.8	3.503
축산계	미호천합류전	부강면(등곡리)	47.3	5.443
	매포수위표	부강면(등곡리)	76.9	8.856
산업계	미호천합류전	금남면(금호리)	51.6	2.917
		연동면(명학리)	7.8	0.205



[그림 3-33] 대청매향류 중권역 주요오염원 분포

2) 세종시 미호천 중권역

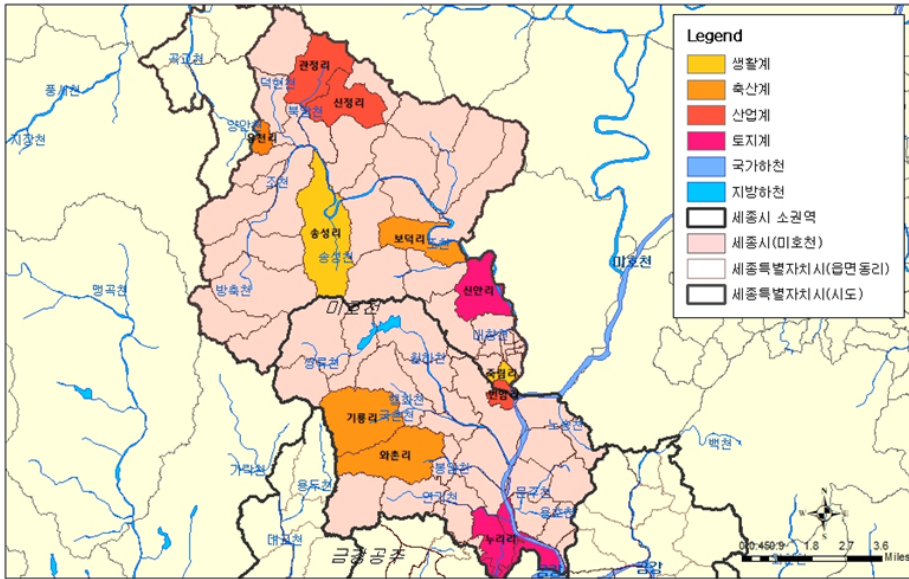
- 세종시 미호천 중권역은 오염원의 영향이 가장 큰 중권역으로 생활계, 축산계, 산업계 및 토지계 등 대부분의 오염원이 높은 비중으로 존재하고 있음
- 미호천 중권역 생활계의 인구수 및 물사용량은 금강공주의 세종보 소권역보다 적은 반면, 생활계 배출부하량은 가장 높은 것으로 조사됨 (BOD 기준 미호천 중권역 배출부하량은 555.8kg/일로 총 생활계 배출부하량의 50.9%에 해당함)
- 미호천 중권역의 총 축산계 BOD 발생부하량은 27,011.9kg/일로 세종시 축산계 발생부하량의 75.5%를 차지하고 있으며, 배출부하량 또한 BOD기준 2334.2kg/일로 세종시의 77.3%로 나타남
- 산업계 오염원은 BOD 배출부하량이 67.7kg/일로 세종시의 44.6%를 차지하고 있으며, T-P의 배출부하량은 4.870kg/일로 36.4%의 비중을 나타냄

- 토지계의 경우, 세종시의 대지지목¹⁵⁾은 48.8%인 25.721km²이며, 대지 지목의 배출부하량은 BOD 2,445.1kg/일(49.4%) 및 T-P 97.025kg/일(49.99%)로 높게 조사됨

[표 3-31] 미호천 중권역 주요 오염원

주요 오염원	해당지역		배출부하량(kg/일)	
	소권역	읍면동리	BOD	T-P
토지계	미호천하류	연기면(누리리)	110.2	2.944
	조천	전의면(유천리)	203.6	6.219
		조치원읍(신안리)	103.2	3.057
축산계	미호천하류	연서면(기룡리)	119.6	11.879
		연서면(와촌리)	226.6	16.632
	조천	전동면(보덕리)	163.3	10.379
		전의면(유천리)	250.8	20.094
생활계	조천	조치원읍(죽림리)	93.7	4.912
		전동면(송성리)	33.2	1.172
산업계	미호천하류	조치원읍(번암리)	19.3	1.681
	조천	조치원읍(번암리)	10.0	0.872
		전의면(관정리)	12.4	0.521
		전의면(신정리)	8.0	0.207

15) 토지계 오염원의 비교 시 대지 지목만을 비교한 이유는 수질오염총량제에서 사용되는 토지계 원단위 중 대지의 원단위가 가장 크기 때문임. 본 과제에서 사용된 오염부하량은 수질오염총량제의 오염부하량을 사용하였으므로 각 지목별 토지계 원단위 또한 같으며, BOD기준으로 대지의 원단위는 85.90kg/km²·일을 나타냄(전: 1.59kg/km²·일, 답: 2.30kg/km²·일, 임야: 0.93kg/km²·일, 대지: 85.90kg/km²·일, 기타: 0.960kg/km²·일)



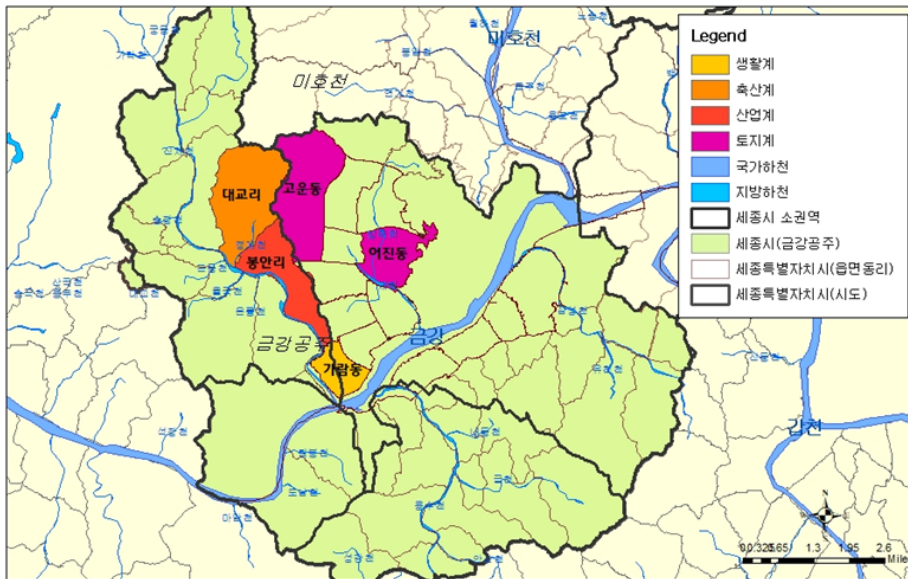
[그림 3-34] 미호천 중권역 주요오염원 분포

3) 세종시 금강공주 중권역

- 세종시 금강공주 중권역의 주요 오염원으로는 생활계와 축산계, 그리고 토지계의 영향이 있는 것으로 나타남
- 금강공주 중권역의 생활계는 인구수 및 물사용량이 각각 세종시의 66.8%와 60.1%를 차지하고 있어, 생활계 발생부하량 또한 높게 나타나고 있음(BOD 기준 배출부하량이 9,773.6kg/일로 세종시의 65.5%로 조사됨)
- 축산계의 경우에는 대교천 소권역에서 사육되고 있는 한우 및 젓소의 영향으로 BOD기준 발생부하량은 3,694.6kg/일(금강공주 내에서 71.5%를 차지), 배출부하량 314.9kg/일로 나타나고 있음
- 토지계는 임야의 면적이 세종시 전체 면적의 39.2%인 20.666km²로 배출부하량 또한 높은 오염부하(BOD기준 1,933.5kg/일)를 나타냄

[표 3-32] 금강공주 중권역 주요 오염원

주요 오염원	해당지역		배출부하량(kg/일)	
	소권역	읍면동리	BOD	T-P
토지계	세종보	고운동	163.0	4.463
		어진동	163.1	4.007
생활계	세종보	가람동	76.2	4.181
축산계	대교천	장군면(대교리)	48.0	4.820
		장군면(봉안리)	42.2	2.641
산업계	세종보	장군면(봉안리)	0.2	0.069
	대교천	장군면(봉안리)	8.8	3.987



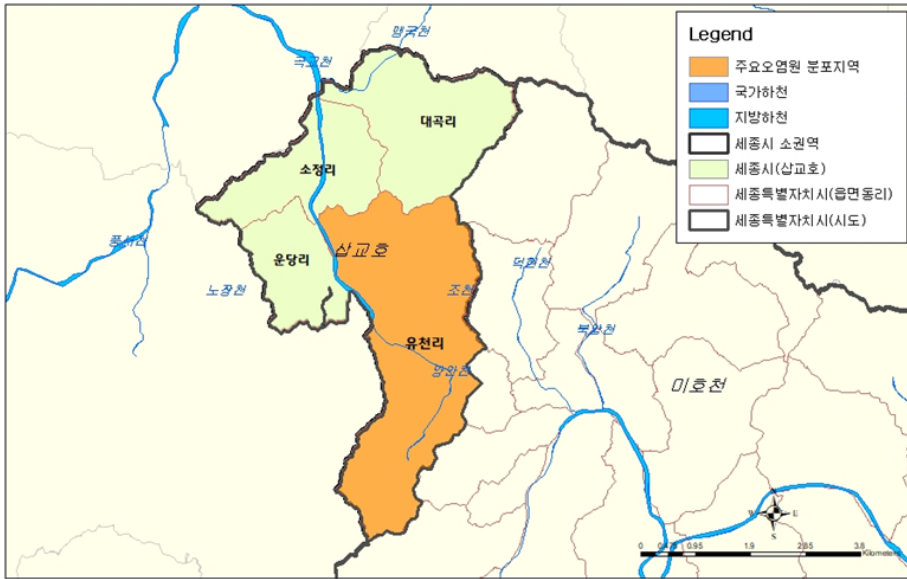
[그림 3-35] 금강공주 중권역 주요오염원 분포

4) 세종시 삽교천 중권역

- 세종시 삽교천 중권역의 주요오염원은 부하량 자료가 없어, 배출부하량 기준이 아닌 각 오염원별 크기와 분포를 가지고 분석함
- 이에 분석된 주요오염원으로는 축산계 및 토지계 오염원의 영향이 큰 것으로 나타나며, 오염원의 대부분이 유천리에 분포하고 있음
- 유천리의 축산계는 돼지 및 가금의 사육두수가 각각 7,711두와 308,046두로 나타나며, 대청댐하류 중권역의 등곡리에서 돼지 사육농가가 높은 밀도를 보이는 것과 같이 삽교천 중권역에서는 유천리 지역에서 밀집되어 사육되고 있음
- 토지계 오염원으로는 대지의 면적이 크게 나타나 토지계 배출부하량이 높을 것으로 판단되는 유천리 지역이 대지면적 2.067km²로 삽교천 중권역의 대지지목 중 60.2%의 비중을 차지하는 것으로 조사됨

[표 3-33] 삽교천 중권역 주요 오염원

소권역	주요 오염원	구분	읍면동리			
			전의면 유천리	소정면 대곡리	소정면 소정리	소정면 운당리
삽교천 상류	축산계	젓소(두)	0	104	0	28
		한우(두)	368	70	17	12
		돼지(두)	7,711	0	0	0
		가금(두)	308,046	181,000	234,900	0
	토지계	전(km ²)	0.495	0.537	0.211	0.202
		답(km ²)	0.596	0.510	0.672	0.384
		임야(km ²)	5.979	3.312	1.741	1.600
		대지(km ²)	2.067	0.496	0.566	0.302
		기타(km ²)	1.119	0.437	0.571	0.142



[그림 3-36] 삼교천 중권역 주요오염원 분포

2. 오염부하지속곡선(LDC) 분석

- 오염부하지속곡선(LDC : Load Duration Curve)¹⁶⁾은 하천의 전체 유량 조건에 대한 수질 및 부하량의 특성을 파악할 수 있는 곡선으로 수질 총량관리에 활용되고 있으며, 세종시 내에 중점관리가 필요한 유역 도출을 위해 오염부하지속곡선을 중권역별로 분석함
- 오염부하지속곡선을 작성하기 위해 사용된 자료는 2013년부터 2017년까지(5개년) 세종시 3개 중권역 수질측정망 자료를 이용하였음¹⁷⁾
- 오염부하지속곡선의 목표부하량은 제2차 물환경관리 기본계획(환경부, 2015)에서 설정된 목표수질과 수질측정망에서 측정되어 축척된 유량 자료를 활용하여 설정하였음

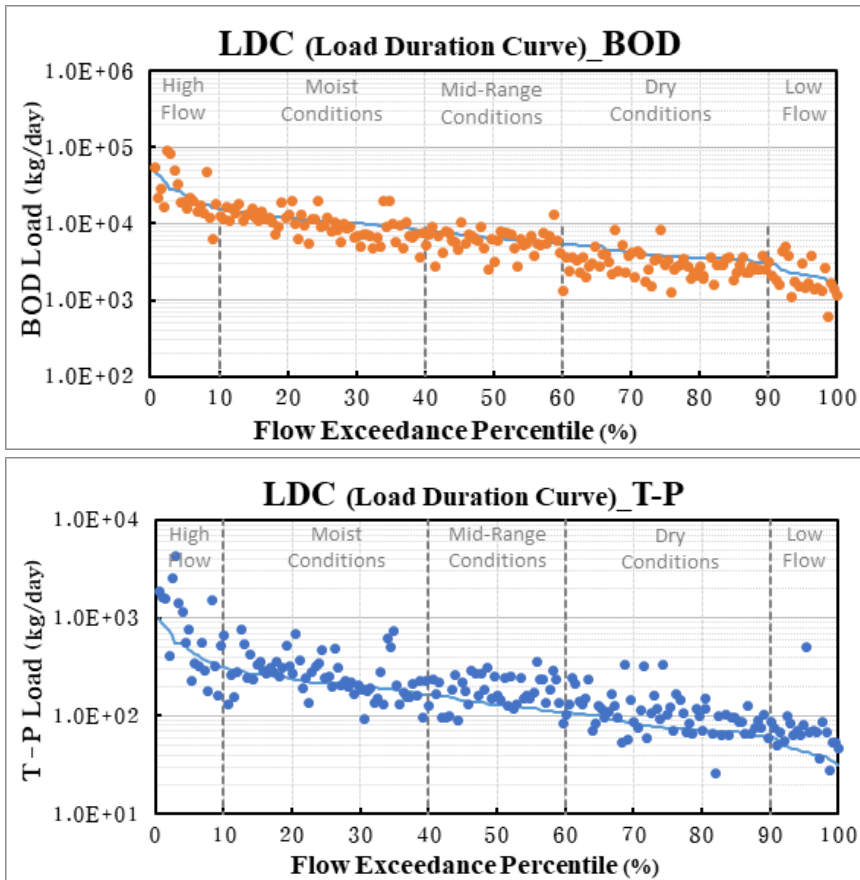
1) 세종시 대청댐하류 중권역

- 대청댐하류 중권역의 대표지점은 청원-1(금본G) 수질측정망이며, 목표수질은 BOD 2.0mg/L, T-P 0.040mg/L로 계획되어 있음
- 목표부하량을 기준으로 전체 210개의 측정 자료 중 BOD의 초과횟수는 56회였고 초과율은 26.7%로 나타났으며, T-P는 147회가 초과되어 초과율이 70.0%로 조사됨
- LDC 분석결과 BOD의 경우, 대체적으로 목표부하량보다 낮은 부하량을 나타내고 있는 것으로 분석되었고, 목표부하량 기준 초과율이 높은 유량 구간으로 홍수량 및 평수량 구간에서 각각 33.3%와 35.7%로 나타남
- 이는 평시에 목표수질 이하로 관리되던 하천이 강우에 의해 주위 비점오염원이 유입되어 높아진 것으로 판단됨

16) 오염부하지속곡선(LDC : Load Duration Curve) : 일별 유량자료와 수질자료로부터 부하량을 산정하여 목표(기준)수질 대비 유량 지속간격(초과확률)별로 도식화한 곡선

17) 수질측정망의 자료는 '수질 및 수생태계 보전에 관한 법률' 제10조1항에 따라 환경부장관이 고시한 수질측정망 운영계획에 의거하여 중권역 내 수질측정망 중 유역의 말단지점 및 중권역 대표지점의 자료를 사용하였음. 금강공주 중권역의 경우 중권역의 대표성을 띄는 대표지점이 세종시에 속해 있지 않으므로 세종시의 금강공주 중권역 말단지점을 선택하여 작성하였음

- T-P의 경우에는 목표부하량의 기준을 평균이상 상회하는 부하가 지속되는 것으로 나타났으며, 목표부하량 기준으로 초과율이 높은 유량구간은 갈수량 및 평수량 구간에서 각각 85.7%와 81.0%로 분석됨
- 이러한 양상은 적은 유량에도 불구하고 지속적으로 오염물질이 유입되는 점오염원이 원인인 것으로 간주되며, 주변 점오염원의 관리가 필요할 것으로 판단됨



[그림 3-37] 대청댐하류 중권역 LDC곡선

[표 3-34] 대청댐하류 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가

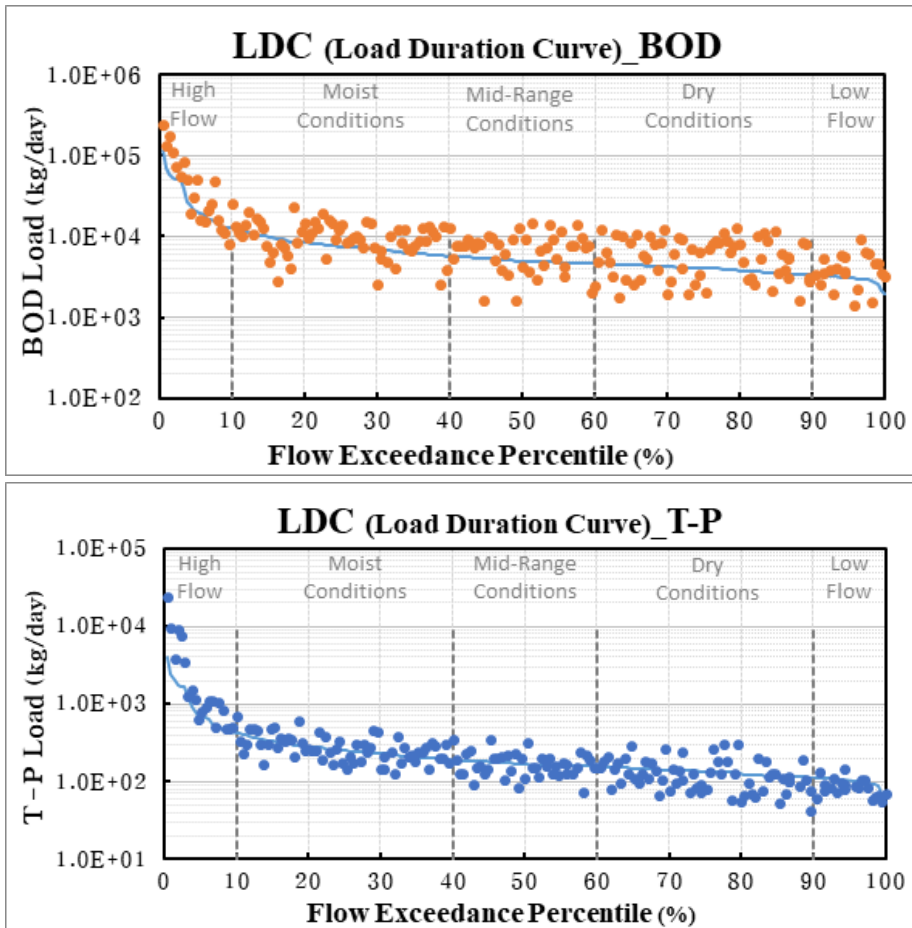
구분		유량구간 (Flow Duration Interval, %)*					전체	
		0~10	10~40	40~60	60~90	90~100		
		홍수량	풍수량	평수량	저수량	갈수량		
전체 측정 자료수		21	63	42	63	21	210	
평가 자료수		21	63	42	63	21	210	
전체 평균유량(m ³ /sec)		150.6	64.3	38.2	23.2	12.7	50.2	
'17년 평균유량(m ³ /sec)		221.1	58.8	37.6	22.7	14.4	43.3	
BOD	전체 구간	초과자료수	7	18	15	10	6	56
		초과율(%)	33.3	28.6	35.7	15.8	28.6	26.7
		초과순위	2	3	1	5	3	-
T-P	전체 구간	초과자료수	13	37	34	45	18	147
		초과율(%)	61.9	58.7	81.0	71.4	85.7	70.0
		초과순위	4	5	2	3	1	-

* U.S.EPA(2007), An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs

2) 세종시 미호천 중권역 오염부하량지속곡선(LDC)

- 미호천 중권역의 대표지점은 미호천6-1(미호C) 수질측정망이며, 목표 수질은 BOD가 3.0mg/L, T-P는 0.100mg/L로 계획되어 있음
- 목표부하량을 기준으로 전체 210개의 측정 자료 중 BOD가 143회를 초과하여 초과율이 68.1%로 나타났으며, T-P는 98회 초과되어 초과율이 46.7%로 조사됨
- LDC 분석결과로는 BOD의 경우, 목표부하량을 대체적으로 초과하고 부하의 분포가 넓어 일정치 않은 오염부하가 유입되는 것으로 분석되었고, 목표부하량 기준 초과율이 높은 유량구간으로 홍수량 및 갈수량 구간에 모두 71.4%로 나타남
- 이는 상류 또는 지류의 영향을 받거나 주위 오염원들에 의해 일정치 않게 오염물질이 유입되어 점, 비점오염원 모두의 영향을 받는 것으로 판단됨

- T-P의 경우에는 목표부하량의 기준을 일정한 추세로 따라가는 형태를 나타내고 있으며, 목표부하량 기준으로 초과율이 높은 유량구간은 홍수량 및 풍수량 구간에서 각각 85.7%와 54.0%로 분석됨
- 이러한 양상은 일정하게 수질이 유지되고 있으나, 강우 시 비점오염원의 영향으로 목표수질이 초과되는 것으로 주변 비점오염원의 관리가 필요할 것으로 판단됨



[그림 3-38] 미호천 중권역 LDC곡선

[표 3-35] 미호천 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가

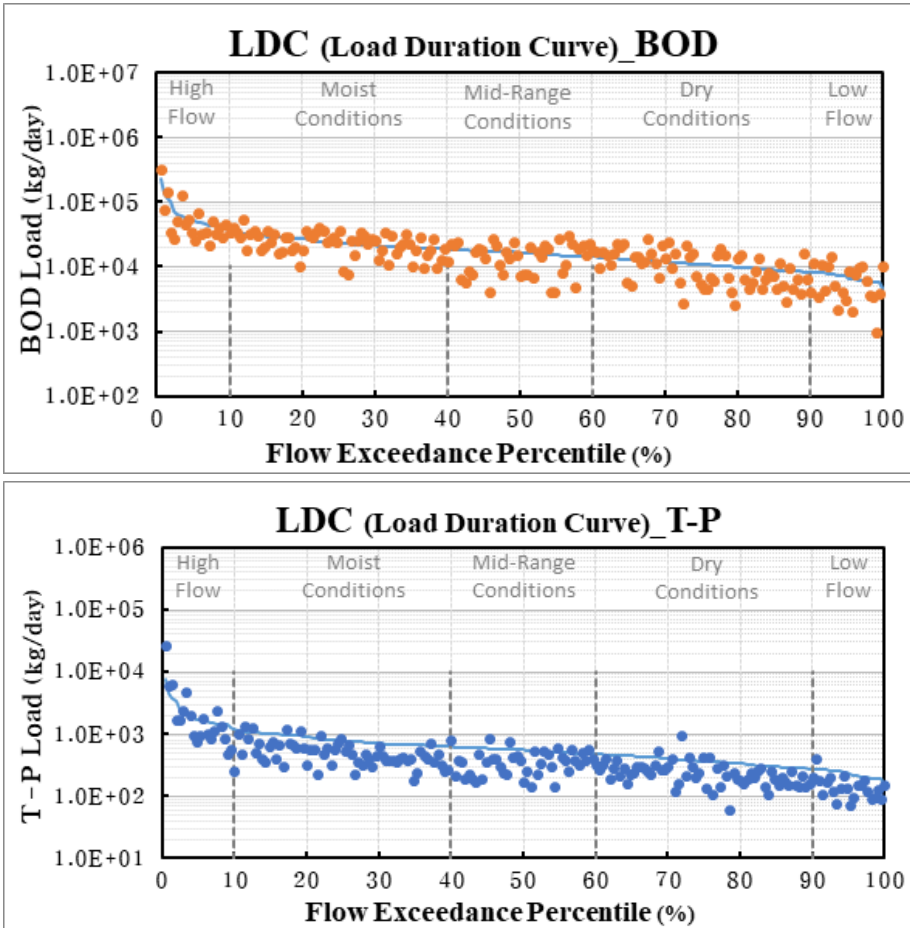
구분		유량구간 (Flow Duration Interval, %)*					전체	
		0~10	10~40	40~60	60~90	90~100		
		홍수량	풍수량	평수량	저수량	갈수량		
전체 측정 자료수		21	63	42	63	21	210	
평가 자료수		21	63	42	63	21	210	
전체 평균유량(m ³ /sec)		125.9	30.5	19.5	15.4	11.4	31.4	
'17년 평균유량(m ³ /sec)		228.2	35.4	19.1	15.4	11.7	46.6	
BOD	전체 구간	초과자료수	15	43	28	42	15	143
		초과율(%)	71.4	68.3	66.7	66.7	71.4	68.1
		초과순위	1	3	4	4	1	-
T-P	전체 구간	초과자료수	18	34	19	21	6	98
		초과율(%)	85.7	54.0	45.2	33.3	28.6	46.7
		초과순위	1	2	3	4	5	-

* U.S.EPA(2007), An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs

3) 세종시 금강공주 중권역 오염부하량지속곡선(LDC)

- 금강공주 중권역의 자료는 세종2(금분H) 수질측정망을 이용하였으며, 목표수질은 BOD가 3.0mg/L, T-P는 0.100mg/L로 계획되어 있음
- 목표부하량을 기준으로 초과횟수 및 초과율은 전체 210개의 측정 자료 중 BOD가 95회를 초과하여 45.24%로 나타났으며, T-P는 30회 초과되어 14.29%로 조사됨
- LDC 분석결과로는 BOD의 경우, 실측부하량의 분포가 목표부하량 범위 내 밀집되어 나타나 유량구간별 평균 초과율이 50%미만으로 분석되었으며, 목표부하량 기준 초과율이 높은 유량구간으로 풍수량 및 평수량 구간에서 각각 52.4%와 47.6%로 나타남

- T-P의 경우에는 목표부하량의 평균이하로 관리되고 있는 것으로 나타났으며, 목표부하량 기준으로 초과율이 높은 유량구간은 홍수량 및 평수량 구간에서 각각 38.1%와 16.7%로 분석됨



[그림 3-39] 금강공주 종권역 LDC곡선

[표 3-36] 금강공주 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가

구분		유량구간 (Flow Duration Interval, %)*					전체	
		0~10	10~40	40~60	60~90	90~100		
		홍수량	풍수량	평수량	저수량	갈수량		
전체 측정 자료수		21	63	42	63	21	210	
평가 자료수		21	63	42	63	21	210	
전체 평균유량(m ³ /sec)		262.1	94.3	62.9	42.2	26.2	82.3	
'17년 평균유량(m ³ /sec)		492.6	98.0	60.8	42.2	28.1	91.4	
BOD	전체 구간	초과자료수	6	33	20	27	9	95
		초과율(%)	28.6	52.4	47.6	42.9	42.9	45.2
		초과순위	5	1	2	3	3	-
T-P	전체 구간	초과자료수	8	8	7	6	1	30
		초과율(%)	38.1	12.7	16.7	9.5	4.8	14.3
		초과순위	1	3	2	4	5	-

* U.S.EPA(2007), An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs

3. 점 및 비점 배출부하 분석¹⁸⁾

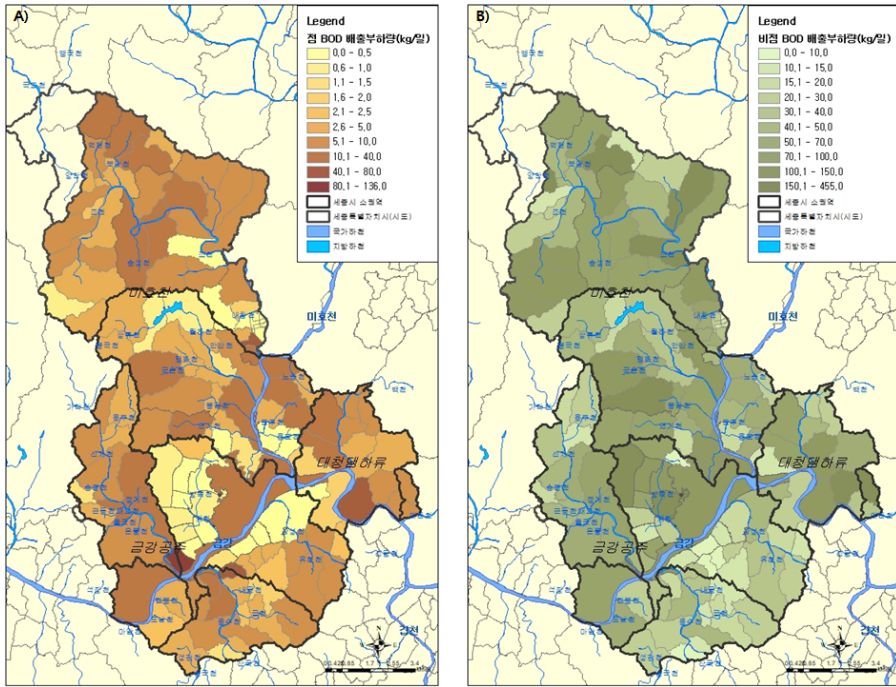
1) BOD

- 세종시의 점 및 비점 배출부하량은 BOD기준 1,138.0kg/일(12.3%) 및 8,105.6kg/일(87.7%)로 비점오염원의 비중이 높음
- 비점오염원 중 큰 비중을 차지하고 있는 오염원은 BOD기준 토지계가 53.6%, 축산계가 32.7%, 생활계가 11.8%임
- 총 배출부하는 미호천 증권역의 조천이 3,377.5kg/일로 가장 높음
- 점오염원의 배출부하량이 큰 권역으로는 금강공주 증권역의 용수천 (25.3%), 대교천(20.8%) 및 대청댐하류 증권역의 미호천합류전(17.4%) 소권역 순으로 나타남
- 금강공주 증권역의 용수천 및 대교천은 점오염원 중 생활계 오염원의 비중이 각각 91.9%와 92.0%를 차지하고 있으며, 대청댐하류 증권역의 미호천합류전 소권역내 점오염원은 산업계가 45.5%, 생활계가 54.2%로 나타나고 있음

[표 3-37] 세종시 점 및 비점 배출부하량(BOD)

증권역	소권역	점 배출부하		비점 배출부하	
		kg/일	%	kg/일	%
대청댐하류	대포수위표	5.9	7.0	79.4	93.0
	미호천합류전	155.2	17.4	737.5	82.6
미호천	미호천하류	206.8	10.1	1,833.0	89.9
	조천	295.3	8.7	3,082.2	91.3
금강공주	세종보	182.3	12.5	1,279.9	87.5
	용수천	104.9	25.3	310.6	74.7
	대교천	167.4	20.8	635.7	79.2
	공주수위표	20.2	12.1	147.2	87.9
합 계		1,138.0	12.3	8105.6	87.7

18) 점 및 비점 배출부하량은 3단계 세종시 수질오염총량관리 이행평가(2016)에서 산정된 오염부하량 자료 및 증권역 점유율을 고려하여 산정함



A) 점 BOD 배출부하량, B) 비점 BOD 배출부하량

[그림 3-40] 세종시 중권역별 점 및 비점 배출부하(BOD)

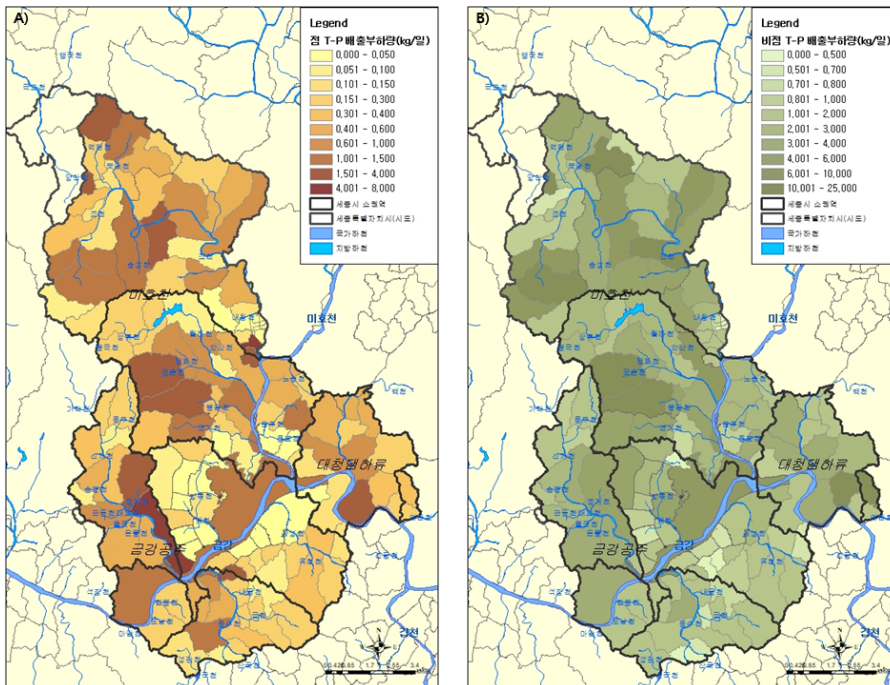
2) T-P

- 세종시의 점 및 비점 배출부하는 T-P 기준 총 점 배출부하량이 각각 80.966kg/일(16.4%)과 412.123kg/일(83.6%)로 비점오염원의 비중이 높음
- 비점오염원이 큰 비중으로 나타는 대청댐하류 중권역의 경우, 비점오염원에 기여하는 오염원은 축산계가 47.2%, 토지계는 39.4%, 생활계가 10.5%로 나타남
- 대청댐하류 중권역의 축산계 비점오염원은 등곡리의 돼지 사육농가의 영향으로 판단되며, 이는 가축분뇨 처리 시 공공가축분뇨처리시설에 반입되는 농가수가 적고 퇴·액비화에 의한 것으로 나타남
- 점오염원의 비중이 큰 곳으로는 대교천 소권역의 점오염원이 14.905kg/일로 금강공주 중권역의 점오염원 중 47.5%를 차지하고 있으며, 이 중 주요 오염원은 생활계 92.0%와 산업계 5.7%가 배출되고 있음

○ 이는 가람동에 위치한 수질복원센터에서 배출되는 생활계 오염원과 봉안리에 위치한 공장에 의한 산업계 오염원으로 나타나고 있음

[표 3-38] 세종시 점 및 비점 배출부하량(T-P)

중권역	소권역	점 배출부하		비점 배출부하	
		kg/일	%	kg/일	%
대청댐하류	매포수위표	0.241	3.5	6.708	96.5
	미호천합류전	7.801	17.4	36.963	82.6
미호천	미호천하류	17.615	14.8	101.258	85.2
	조천	23.923	12.8	163.048	87.2
금강공주	세종보	9.741	17.7	45.376	82.3
	용수천	5.365	23.7	17.246	76.3
	대교천	14.905	29.6	35.415	70.4
	공주수위표	1.375	18.4	6.109	81.6
합 계		80.966	16.4	412.123	83.6



A) 점 BOD 배출부하량, B) 비점 BOD 배출부하량

[그림 3-41] 세종시 중권역별 점 및 비점 배출부하(T-P)

4. 수질 및 유량에 따른 하천 그룹화

- 세종시 관리구역 중 중점관리가 필요한 유역을 도출하고 우선순위를 정하기 위한 방법¹⁹⁾으로 BOD 및 T-P의 평균농도와 산출된 유량을 바탕으로 하천을 그룹화 하였음
- 하천 그룹화 방법은 X축에 각 하천의 수질측정망의 평균농도(BOD, T-P)를 대입하고 Y축에는 농도에 따른 평균유량을 log값으로 대입하여 4개의 그룹으로 나눔
- 그룹의 기준은 X축의 경우 ‘물환경관리 기본계획’의 목표수질이 ‘환경정책기본법 시행령’ 하천 생활환경기준 중 II등급(BOD기준 3.0mg/L)인 점과 세종시 중권역의 목표수질이 3.0mg/L인 이하인 점을 고려하였음 (T-P는 0.1mg/L를 기준으로 함)
- Y축은 갈수기에도 건전한 수환경 관리를 위해 필요한 최소한의 하천유지 유량이 0.1m³/sec²⁰⁾이상 되어야 한다는 점을 감안하여 설정하였음
- 오염물질 농도와 유량에 따른 하천 그룹(A, B, C, D)이 의미하는 지표는 다음과 같음

[표 3-39] 하천 그룹화에 따른 지표

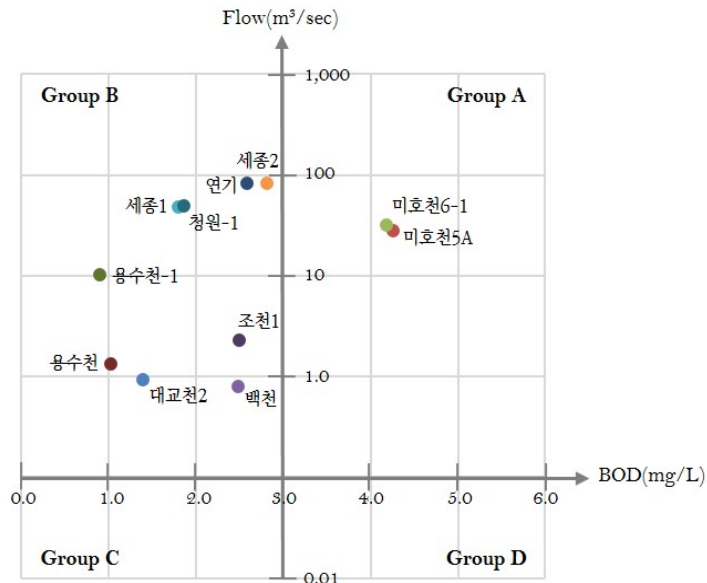
Group	오염물질	유량	지 표
A	평균이상	평균이상	오염물질 저감방안 필요
B	평균이하	평균이상	양호한 하천
C	평균이하	평균이하	유량의 확보방안 필요
D	평균이상	평균이하	오염물질 저감 및 유량확보방안 필요

19) 효율적인 유역관리를 실시하고자 임봉수 외(2010), 나승민 외(2015)에서 제시된 하천 그룹화 및 수질개선하천 유역의 우선순위 도출방법을 사용하였으며, 본 과제에서 사용된 자료는 2013~2017년 세종시의 유량측정이 가능한 수질측정망 자료를 이용하였음

20) 박상현 외(2011), 김영일 외(2012)등의 문헌에서는 최소 유지유량을 0.1m³/sec 기준으로 고려하여 하천그룹화를 실시하였음. 이는 충청남도 금강수계의 주요 지류하천 95% 정도가 평균 하천유량이 0.1m³/sec 이상인 점을 기초로 두고 있으며, 최무진 외(2017)에서도 실험적 분석을 통해 본류에 영향을 줄 수 있는 지류의 최소유량이 0.1m³/sec임을 제시하였음

1) BOD 기준 하천 그룹화

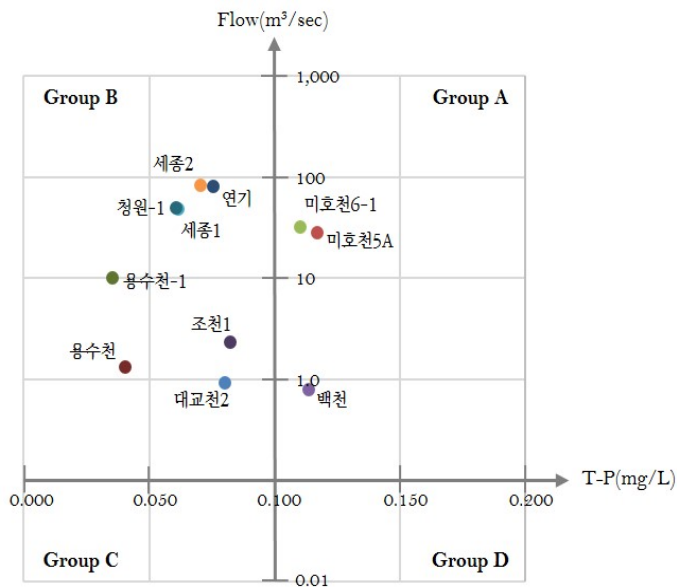
- BOD의 경우, 우선적으로 중점관리 되어야할 D Group(수질개선 및 유량확보 필요)은 없는 것으로 분석되었으나, 유량이 많고 유기물질의 농도가 비교적 높아 수질을 악화 시킬 수 있는 A Group의 하천으로 미호천이 도출됨
- 미호천 5A의 지역은 미호천 중류와 조천의 합류전 지점으로 평균이상의 유량은 확보되지만, 미호천 상류(세종시 중권역 외 지역)에서 유달되는 오염부하에 의해 높은 농도를 띄는 것으로 판단됨
- 미호천 6-1지역 또한, 미호천 및 각 지류(월하천, 조천 등)에 의해 유량은 확보되지만, 미호천과 조천의 유달부하 및 조치원읍의 하수종말처리장 등에 의해 오염물질의 농도가 높은 것으로 판단됨
- B Group은 오염물질의 농도가 적고, 유량이 풍부한 그룹으로 금강본류와 용수천, 대교천, 조천, 백천 등의 지류 등이 포함되는 것으로 나타났음



[그림 3-42] 하천의 평균 유량 및 농도를 통한 그룹화(BOD)

2) T-P 기준 하천 그룹화

- T-P의 경우 또한 유량이 풍부하고 오염물질의 농도가 낮은 B Group에 금강본류와 용수천, 조천, 대교천 등이 속해 있으며, 용수천의 수질이 0.050mg/L 이하로 낮게 유지되고 있음
- A Group에는 미호천6-1과 미호천5A, 그리고 백천이 속한 것으로 분석 되었으며, 미호천의 오염물질은 평균 0.113mg/L, 백천 또한 0.113mg/L로 목표수질을 초과하고 있음
- 미호천의 T-P 오염물질은 세종시 외 지역에서 유달된 비점오염원과 미호천 하류부의 분포되어 있는 축산계 오염원이 지류로부터 유달되어 미호천과 합류됨에 따라 농도가 높게 나타나는 것으로 판단됨
- 백천의 오염물질 농도는 BOD 기준 시 낮은 농도를 보였지만, T-P의 경우 토지계와 축산계의 비점오염원의 영향이 크게 나타나 초과된 것으로 판단됨



[그림 3-43] 하천의 평균 유량 및 농도를 통한 그룹화(T-P)

3) 유량 기준 하천 그룹화

- 유량을 기준으로 세종시의 하천들을 분석한 결과, 금강본류 및 국가 하천인 미호천은 평균유량이 28.0~82.8m³/sec의 범위로 확보되고 있으며, 이 외 지류들은 0.8~10.1m³/sec의 범위에서 유량이 유지되고 있는 것으로 나타남
- 하천 그룹화 유량 기준은 하천의 건강성과 수생태가 보존가능한 일반적인 문헌의 최소 유지유량 값인 0.1m³/sec을 설정함에 따라 유량의 확보가 필요한 C, D Group은 나타나지 않았음
- 하지만 대교천과 백천의 경우 지류의 수리·수문학적 특성과 용수사용 등에 의해 유지유량이 부족한 곳으로 문제가 제기되고 있음
- 대교천과 백천의 2013년~2017년 평균유량은 각각 0.9m³/sec와 0.8m³/sec로 세종시 내 하천 중 가장 낮게 나타나고 있음
- 이에 따라, 유량 기준 관리가 필요한 하천을 도출하기 위해 필요유량 산정기준²¹⁾을 적용하여 0.8~10.1m³/sec의 유량범위에 있는 지류의 평균/필요유량비를 도출하였음
- 필요유량 산정기준은 생태, 경관, 친수를 고려한 유량산정 방법이 있으며, 이 중 생태 및 경관을 고려한 유량산정기준을 기준으로 도출하였음

[표 3-40] 하천의 필요유량 산정기준

구분	수심(m)	유속(m/s)	수면폭(W/B)
하천 생태계를 고려한 필요유량	0.1	0.2	0.2
하천 경관을 고려한 필요유량	0.1	0.2	0.2
친수를 고려한 필요유량	0.2	0.2	0.2

자료 : 대전광역시(2003), 도심생태하천조성 학술연구용역 보고서

21) 필요유량 산정기준은 “대전시(2003), 도심생태하천조성 학술연구용역 보고서, pp. 280-293”의 산정기준(수면폭, 유속, 수심 등의 기준)을 참고하여 계산하였음. 산정기준에 필요한 수면폭은 각 지류에 수립된 하천정비기본계획(대교천: 2016, 백천: 2004, 용수천: 2014, 조천: 2011) 중 계획홍수위에 따른 계획하폭의 평균값을 사용하였고, 유속, 수심 및 수면폭은 생태 및 경관고려 산정기준인 유속 0.2m/s, 수심 0.1m, 수면폭(W/B) 0.2를 적용하였음

- 평균/필요유량비 산정결과, 5개 하천에 대한 평균값은 5.5의 비율로 나타났으며, 이 중 대교천 및 백천은 각각 2.1과 2.3으로 다른 지류들에 비해 상대적으로 낮게 나타남
- 최소한의 하천 건강성은 유지되고 있으나, 용수공급, 생태유지 등의 역할 및 건전한 하천유지를 위해서는 안정적인 유량 확보가 필요할 것으로 판단됨

[표 3-41] 필요유량 산정기준에 따른 평균/필요유량비

분석 하천	평균유량 ¹⁾ (m ³ /s)	수면폭 ²⁾ W(m)	하폭 ³⁾ B(m)	기준수심 ⁴⁾ (m)	기준유속 ⁵⁾ (m/s)	필요유량 ⁶⁾ (m ³ /s)	평균/ 필요유량비 ⁷⁾
대교천	0.9	21.942	109.71	0.1	0.2	0.439	2.1
백천	0.8	17.282	86.41	0.1	0.2	0.346	2.3
용수천 하류	1.3	15.72	78.6	0.1	0.2	0.314	4.2
용수천 중류	10.1	34.418	172.09	0.1	0.2	0.688	14.7
조천	2.3	27.78	138.9	0.1	0.2	0.556	4.2

- 1) 각 하천에 위치한 수질측정망자료(2013~2017)를 활용하여 평균값을 사용
- 2) 필요유량 산정기준의 수면폭(W/B) 0.2 값. (하폭×0.2=수면폭)
- 3) 각 지류의 하천정비기본계획 중 계획 홍수위에 따른 계획하폭의 평균값
- 4) 필요유량 산정기준의 생태 및 경관고려 기준수심을 적용
- 5) 필요유량 산정기준의 생태 및 경관고려 기준유속을 적용
- 6) 기준수심과 기준유속, 하폭에 따라 계산된 수면폭을 곱해 계산된 유량값
(수면폭×기준수심×기준유속 = 필요유량)
- 7) 평균유량을 필요유량으로 나눈 값(평균유량/필요유량 = 평균/필요유량비)

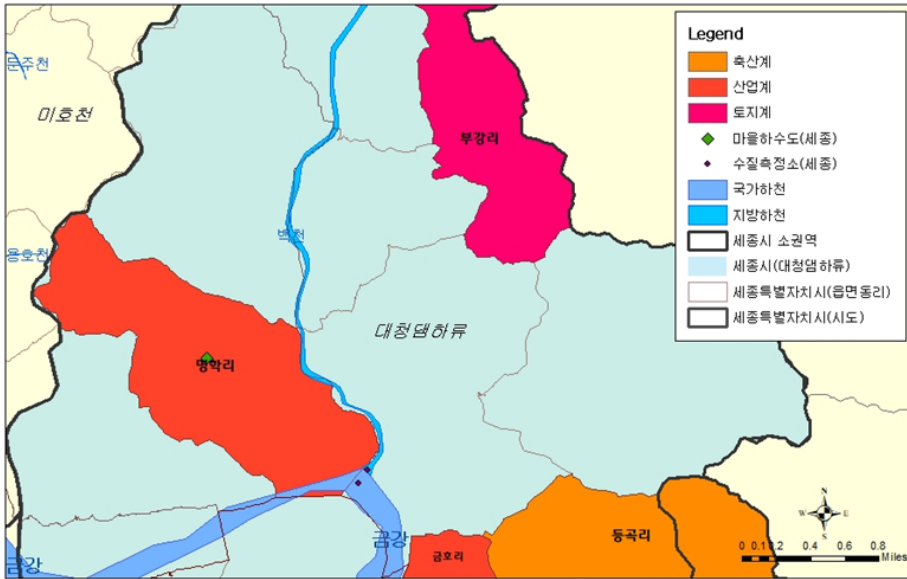
5. 중권역별 중점관리하천 도출

1) 대청댐하류 중권역

- 대청댐하류 중권역의 금강본류와 백천의 오염원인을 분석 및 진단한 결과, 주요 오염원은 토지계, 축산계, 산업계의 순으로 나타남
- 대청댐하류 중권역의 점 배출부하량에 기여하는 오염원으로는 BOD기준 생활계 및 산업계가 99.7%로 나타나고 있으며, 비점 배출부하량으로는 축산계 및 토지계가 각각 BOD기준으로 29.6%, 70.4%로 조사됨
- 목표수질 기준 및 그룹화를 통해 분석한 결과, 금강본류의 경우 평균이상의 유량이 확보되어 대청댐하류에서 배출되는 오염원의 영향은 적지만, 갈수량일 때 T-P의 유입을 저감시킬 필요가 있음
- 백천은 유량이 부족하여 유입되는 오염원의 영향이 뚜렷하게 나타나고 있으며, 점, 비점오염원 모두 큰 비중을 차지하고 있으므로, 점오염원(산업계)과 비점오염원(토지계)의 오염저감 방지대책과 유량 확보를 위한 대책이 필요함

[표 3-42] 대청댐하류 중권역의 중점관리 하천

중점관리 하천	오염원 주요오염원	LDC 초과 유량구간 및 초과율(%)		Group	
		BOD	T-P	BOD	T-P
금강본류	축산계	평수량(35.7)	갈수량(85.7)	B	B
	산업계				
백천	산업계	홍수량(76.2)	갈수량(95.2)	B	A
	토지계				



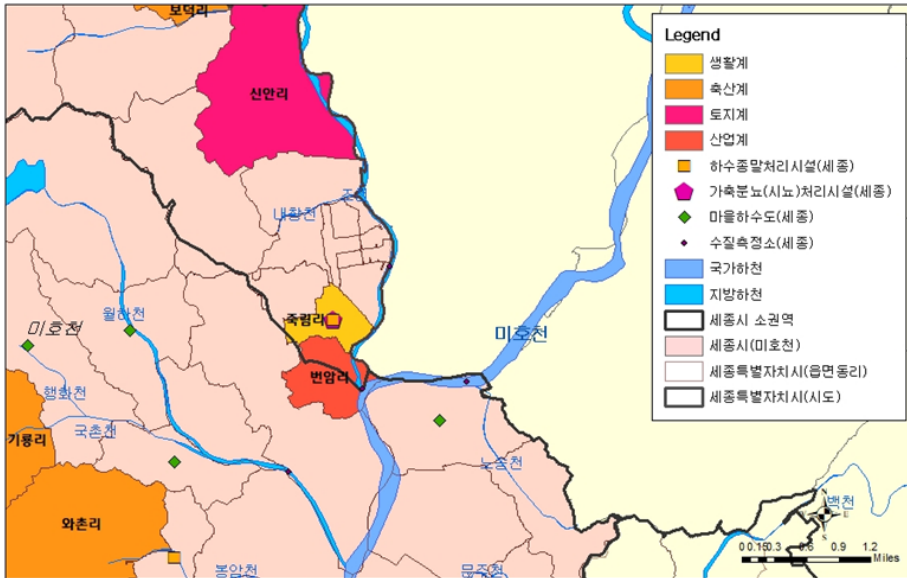
[그림 3-44] 대청댐하류 중권역 중점관리 하천

2) 미호천 중권역

- 미호천 중권역의 미호천과 조천의 오염원인을 분석 및 진단한 결과, 주요 오염원은 토지계, 축산계, 생활계, 산업계의 순으로 나타남
- 미호천의 전체적인 점, 비점오염원의 영향은 각각 점 10.2%와 비점 89.8%로 비점오염원의 영향이 크게 나타났으며, 이는 토지계 비점오염원의 영향으로 분석됨
- 목표수질 기준 및 그룹화를 통해 분석한 결과로는 미호천의 증류와 하류 모두 유량은 풍부한 반면 조천의 경우 유량 확보가 필요할 것으로 판단됨
- 미호천 증류 및 조천 경우 비점오염원의 영향을 크게 받고 있으며, 하류는 증류로부터 내려온 유달부하량과 증류와 조천의 합류점에 위치하고 있는 점 오염원(STP)에 의해 점 및 비점오염원 모두 영향이 큰 것으로 나타남
- 전체적인 미호천의 비점오염원 저감방안이 필요할 것으로 판단되며, 우선적으로 미호천 증류와 조천의 합류부에서 점오염원의 영향을 저감시켜 금강분류와의 합류 시 오염부하를 저하시킬 필요가 있음

[표 3-43] 미호천 중권역의 중점관리 하천

하천	오염원	LDC 초과 유량구간 및 초과율(%)		Group	
	주요오염원	BOD	T-P	BOD	T-P
미호천 중류	토지계	홍수량(75.0)	홍수량(85.0)	A	A
	축산계				
미호천 하류	토지계	홍수량(71.4)	홍수량(85.7)	A	A
	축산계	갈수량(71.4)			
조천	토지계	홍수량(50.0)	홍수량(66.7)	B	B
	축산계				



[그림 3-45] 미호천 중권역 중점관리 하천

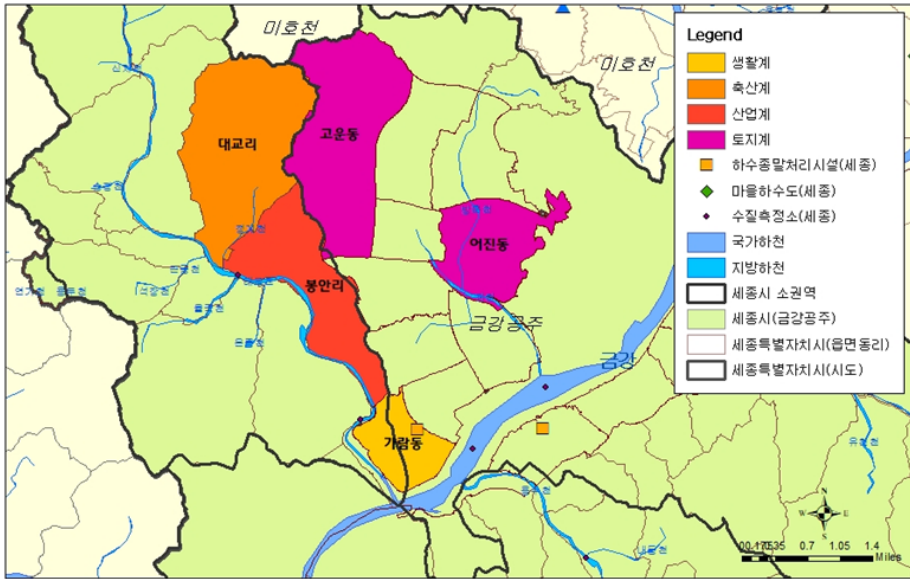
3) 세종시 금강공주 중권역

- 금강공주 중권역의 금강분류와 대교천, 용수천의 오염원인을 분석 및 진단한 결과, 주요 오염원으로는 토지계, 생활계, 축산계의 순으로 나타남

- 금강공주 중권역의 전체적인 점, 비점 오염원의 영향은 토지계(비점 배출 부하량 67.9%), 축산계(비점 배출부하량 15.46%), 생활계(점 배출부하량 15.68%)의 순으로 나타나고 있음
- 목표수질 기준 및 그룹화를 통해 분석한 결과로는 금강분류 및 용수천, 대교천 모두 비점오염원의 영향이 큰 것으로 나타나며, 강우 시 유출되는 토지계, 축산계의 저감방안이 필요할 것으로 판단됨
- 금강분류 및 용수천은 평균유량 이상이었고, 오염부하가 낮은 것으로 분석되어 하천 건강성이 확보되는 것으로 판단되는 반면, 대교천의 경우 금강공주에서 점 오염원의 비중이 가장 크고 평균/필요유량비가 가장 낮음
- 따라서, 금강공주 중권역에서는 대교천의 점 오염원에 대한 지속적인 관리와 비점오염원의 저감방안 및 유량확보를 위한 방안이 필요할 것으로 판단됨

[표 3-44] 금강공주 중권역의 중점관리 하천

하천	오염원 주요오염원	LDC 초과 유량구간 및 초과율(%)		Group	
		BOD	T-P	BOD	T-P
금강분류	토지계	풍수량(52.4)	홍수량(38.1)	B	B
	축산계				
대교천	토지계	홍수량(14.3)	홍수량(66.7)	B	B
	축산계				
용수천	토지계	갈수량(9.5)	홍수량(15.0)	B	B
	축산계				



[그림 3-46] 금강공주 중권역 중점관리 하천

세종시 수질관리 전략방안 및 정책수립

1. 세종시 하천관리의 우선순위 선정(안)
2. 도농복합특성을 고려한 전략방안 및 정책사업
3. 하천 유량관리 전략방안 및 정책사업

제4장 세종시 수질관리 전략방안 및 정책수립

제1절 세종시 하천관리의 우선순위 선정(안)

- 세종시 하천의 수질 및 수생태계 현황을 파악하고, 주요 오염원인 분석 및 진단을 통해 문제점을 파악하여 중점적으로 관리가 필요한 우심하천을 도출하였음
- 세종시의 중권역별 하천을 대상으로 중점관리하천을 도출한 결과²²⁾, 대청댐하류 중권역의 백천과 미호천 중권역의 미호천 중류지역, 그리고 금강공주의 대교천으로 나타남
- 중권역별로 도출된 중점관리 하천들은 모두 금강분류에 직접적인 영향을 줄 수 있는 가능성이 농후함
- 따라서 수질개선 및 유량확보가 우선적으로 필요한 하천과 하천기능 증대에 따른 시민의 수혜혜택이 큰 하천을 기준으로 하천관리를 위한 우선순위를 다음과 같이 제시함

1. 수질 및 유량 기준 우선관리 하천

- 수질 및 유량을 기준으로 한 우선관리 하천은 하천별 배출부하량, 목표 수질 초과율, 필요유량과 평균유량의 비율을 비교함
- 도출된 중점관리지역의 하천 유역(세종시 기준 집수구역)의 배출부하량은 대교천이 BOD 기준 807.9kg/일과 T-P 50.295kg/일로 가장 높음

22) 삽교호 수계의 중점관리지역은 부하량 산정자료가 미흡하고 세종시에 포함된 면적이 좁아 중점관리지역 도출에 대한 판단이 어려우므로 제외되었음

- 평균 목표수질 초과율은 BOD 기준으로 미호천중류가 70.39%로 가장 높은 초과율을 보였으며, T-P 기준으로 대청댐하류 중권역의 백천이 97.62%의 가장 높은 초과율을 나타냄
- 평균/필요유량비는 대교천과 백천이 각각 2.1과 2.3으로 상대적으로 낮게 나타남
- 결과적으로 수질관리 측면에서는 백천과 미호천중류가 우선적으로 관리되어야하며, 유량 측면에서는 대교천과 백천의 우선적 관리가 필요한 것으로 판단됨

[표 4-1] 우심하천의 비교분석

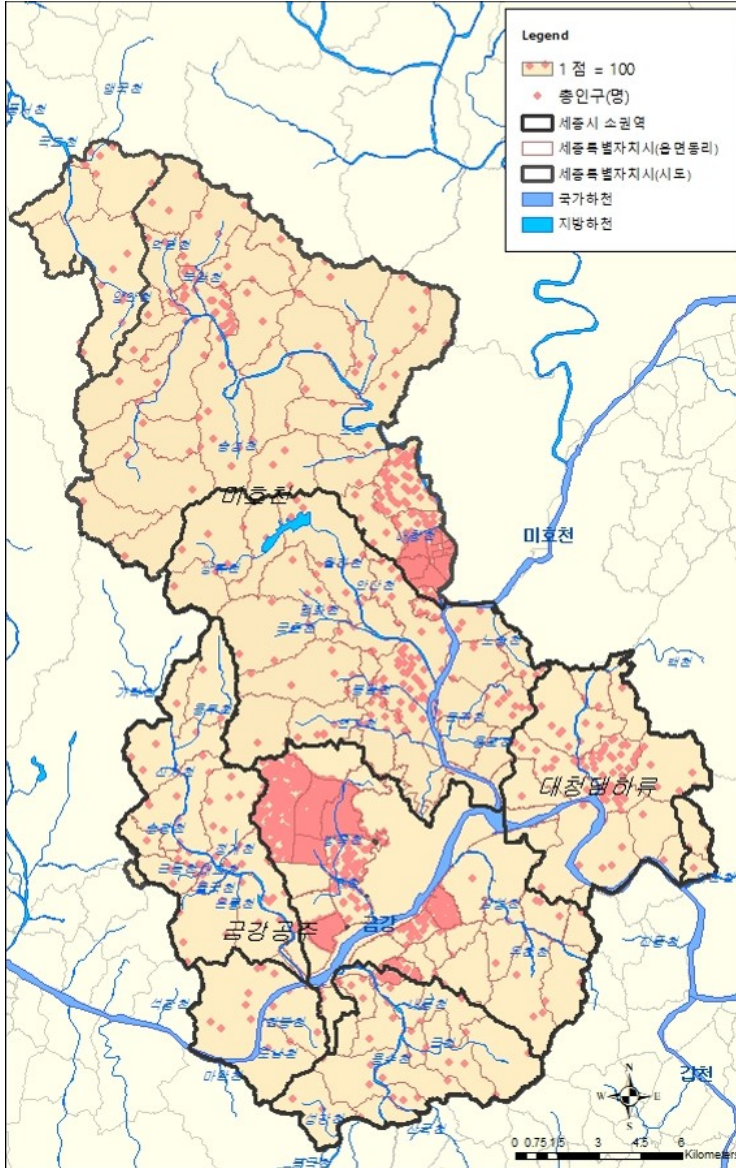
하천명	배출부하량 (kg/일)*		평균 목표수질 초과율(%)		평균/ 필요유량비
	BOD	T-P	BOD	T-P	
백천	455.3	19.710	35.24	97.62	2.268
미호천중류	733.4	31.820	70.39	50.00	13.960
대교천	807.9	50.295	2.86	25.24	2.092

* 배출부하량은 도출된 하천의 유역(세종시 집수구역) 부하량만을 나타낸 것임

2. 하천기능 개선에 따른 시민의 수혜혜택

- 하천의 기능은 이·치수 측면과 더불어 환경적인 기능 및 경관, 친수 기능 등을 가짐
- 이러한 관점에서 하천의 기능 개선에 따라 수혜를 받는 권역별 인구 밀도가 높은 곳을 기준으로 접근해 볼 필요가 있음
- 세종시의 인구밀도가 높은 지역은 조치원 및 1, 2생활권 인근으로 분석되었으며, 이에 해당하는 하천은 조천과 미호천 중류가 합류되는 지점 및 제천, 대교천 등으로 나타났음

- 이 중 수질 및 유량 측면에서 개선이 필요한 하천과 중첩되는 곳은 미호천중류와 대교천으로 하천 기능 개선에 따른 시민의 수혜혜택이 가장 큰 곳으로 판단됨



[그림 4-1] 세종시 하천 권역별 인구밀도

제2절 도농복합특성을 고려한 전략방안 및 정책사업

- 세종시는 도농복합특성이 있어 신도시지역과 읍·면지역간에 오염물질이 배출되는 특성이 다르게 나타남
- 신도시지역의 경우 도시비점오염원에 대한 관리가 필요한 것으로 나타났으며, 읍·면지역의 경우 생활계, 축산계, 산업계, 토지계의 전반적인 관리가 필요함
- 유지유량 관리 측면에서도 도심과 읍·면지역의 주변 인프라를 고려한 관리전략이 필요할 것으로 판단됨

1. 신도시지역 수질관리 전략방안 및 사업제안

1) 도시비점오염원

(1) 현황진단

- 신도시지역에 해당하는 금강공주 중권역의 토지계 오염원은 전체 배출 부하량의 67.9%(BOD기준)를 차지하고 있으며, 배출부하의 양상은 점·비점 기준 99.1%가 강우시 유출되는 비점오염원으로 분석됨
- 주요 토지계 배출부하가 발생하는 지역은 BOD기준 고운동(164.3kg/일)과 어진동(163.4kg/일)으로 나타나고 있으며, 발생된 오염물질은 강우시 대교천 또는 제천으로 유입되는 것으로 나타남
- 도시비점오염원의 관리는 도시 불투수면에 의한 비점오염원의 배출량 및 농도를 저감하고, 오염물질의 직접적인 하천유입을 방지할 수 있는 관리전략 제시가 필요함

(2) 전략방안

- 신도시지역은 도시개발에 따라 불투수면이 증대되었고 이는 도시에서 발생된 오염물질이 토양에 흡수되거나 분해되지 않고 그대로 축적되는 양상을 나타냄
- 또한, 강우 시에도 강우가 토양에 흡수되지 않고 높은 표면유출률로 인해 축적된 고농도의 오염물질을 직접적으로 하천으로 유출시킬 가능성이 높음
- 따라서, 신도시지역의 토지계 오염물질을 토양에 흡수시켜 저감시키고 완충할 수 있는 자연친화적인 시설과 강우유출수의 직접적인 하천 유입을 배제시킬 수 있는 시설을 도입하여 도시비점오염원을 관리해야함
- 대교천의 경우 금강본류와의 하상차로 인해 꾸준히 역행침식이 일어나고 있어, 토지계 오염원의 배출과 동시에 하상의 퇴적물과 오염물질이 본류로 유출되고 있음
- 따라서 대교천은 하상 변동을 줄이고 토사 및 퇴적토의 유입을 방지할 수 있는 사업을 제시하여 지류에서의 토지계 비점오염원의 영향을 저감시키고 친환경적인 하천의 유지를 도모할 필요가 있음
- 이를 통해 도심 내 건전한 물순환과 자연친화적인 시설물로 녹지를 증대시켜 시민들을 위한 경관조성, 휴식공간 마련 등의 효과 또한 기대됨



왼쪽) 2013년 역행침식 현장, 오른쪽) 2014년 같은 지역의 역행침식 진행현황
자료 : 충청남도(2015), 금강정비사업 이후 수환경모니터링 4차년도

[그림 4-2] 역행침식으로 인한 대교천의 사면 유실

(3) 관련사업

- ① 도심하천의 토지계 비점오염원을 방지하기 위한 하천정비사업 실시
 - 하천의 역행침식과 같은 세굴현상을 방지하기 위한 방안으로는 하상차가 발생하는 지역의 변위를 파악하고 보호공을 설치하여 유속을 낮추는 등의 하천정비사업이 필요함
 - 대교천과 금강본류의 합류지점에 식생의 식목을 통한 토사의 유출방지와 유속저감 사업, 유속을 낮추고 수위를 높이기 위한 제방설치 사업 등이 있음
 - 대교천의 경우, 대교천 사면의 역행침식 및 금강본류와 대교천의 합류점에서 수위조절에 의한 모래톱현상이 발생하고 있으므로 정비사업이 실시되기 이전 정확한 분석과 계획이 요구됨

- ② 강우유출수의 직접적인 하천 유입방지를 위한 인공습지
 - 강우 시 고농도의 오염물질과 함께 유출되는 강우유출수를 제어하기 위한 방안으로는 직접적인 하천의 유출을 배제하는 인공습지의 도입이 필요함
 - 인공습지는 강우 발생 시 강우유출수가 우수관 또는 불투수면을 따라 유출되는 우수를 식생 및 토양투수면 등의 시설을 통해 저류 또는 여과시켜 간접적으로 우수를 배제하는 시설임
 - 인공습지에 저류 또는 여과되는 강우유출수는 도시에서 발생된 고농도의 오염물질을 토양에 침투시키거나, 식생 생장에 사용됨으로써 오염농도를 저감시킴
 - 이러한 인공습지의 조성은 자연친화적 도시공간, 생태공간 마련 및 경관 조성의 효과 또한 기대할 수 있음



위) 도심지역의 인공습지 설치현황, 아래) 도로변의 침투도랑
 자료 : 환경부 비점오염원 국내사례(<http://nonpoint.me.go.kr/>)

[그림 4-3] 비점오염저감시설인 인공습지 및 침투도랑 설치 예시

- 현재 세종시는 이와 같은 사업으로 조치원 지역에 인공습지를 계획하고 있으며, 사업타당성 및 기본계획 수립 후 추진중에 있음(인공습지 : 19,725㎡/7,400㎡)
- 이외의 인공습지와 같이 강우유출수의 직접적인 하천유출 방지시설로는 침투도랑, 식생도랑 등의 시설이 있으며, 적은 사업비용과 좁은 부지에도 적용이 가능하여 비점오염원의 저감에 효율적임



자료 : 세종시 내부자료

[그림 4-4] 세종시 조치원 비점오염저감시설(인공습지) 계획

③ 주기적인 도로변 청소

- 도로에서 발생하는 오염물질은 비강우 시 지속적으로 축적되며, 축적된 오염물질은 강우 시 표면유출과 함께 고농도의 오염부하를 발생시킴
- 광범위한 배출경로를 갖는 비점오염원의 특성상 오염물질의 유출을 관리하기 어려우므로, 장마철과 같은 강우 전 시기부터 주기적인 청소를 통해 오염물질을 제거하고 저감할 필요가 있음
- 도로변의 청소는 청소차량을 이용하여 오염물질 진공흡입, 살수세척 등을 실시할 수 있으며, 우수관로 및 배수로 청소 역시 필요함

2. 읍·면지역 수질관리 전략방안 및 사업제안

1) 생활계 오염원

(1) 현황진단

- 미호천 중권역(읍·면지역)의 생활계 오염원은 인구수 및 물사용량이 각각 72,207명과 22,434m³/일로 금강공주(신도시지역)보다 낮지만 생활계 배출부하량은 555.8kg/일로 세종시에서 가장 높게 분석됨
- 이는 하수처리장 편입률이 69.0%의 저조한 수준으로, 생활계 배출부하량 중 29.3%(162.7kg/일)가 비점 배출부하량으로 발생하는 것으로 나타남
- 읍·면지역의 생활계 오염원은 하수도 편입률이 낮아 하수미처리구역이 많으며, 개별적인 처리 방식(오수처리시설, 단독정화조, (재래식 화장실) 수거식)이 적용되고 있어 지역 내 직접적이고 철저한 오염물질의 관리가 어려움
- 따라서, 읍·면지역에서 하수처리장으로 편입되지 않는 생활계 오염원을 저감시키고 여러 소지역에서 발생하는 비점오염원을 통합적으로 관리할 수 있는 방안의 제시가 필요함

[표 4-2] 중권역별 하수도 편입율

중권역	물사용량(m ³ /일)	하수처리(m ³ /일)	미처리(m ³ /일)	편입율(%)
대청댐하류	3,030.4	1,187.2	1,843.2	39.2
미호천	22,322.9	15,396.9	6,926.1	69.0
금강공주	38,284.1	31,759.9	6,524.2	83.0
삽교천	1,043.7	540.7	503.0	51.8

(2) 전략방안

- 읍·면지역의 소규모 하수처리시설의 신설 및 증설은 비용 및 효율적인 관리 차원에서 한계가 있음
- 하수관로가 도입된 지역일 지라도 우수관로와 오수관로가 공용으로 사용되는 합류식 관로의 비율이 높으며, 이는 생활계 오염원이 비점오염원으로 유출될 가능성이 큼
- 이에 따른 읍·면지역의 생활계 오염원 전략방안으로는 여러 지역 내에 분포하고 있는 소규모 하수처리시설의 통합적이고 체계적인 관리와 하수관거를 재정비하여 비점오염을 저감시킬 수 있는 하수관거 정비사업 등을 실시할 필요가 있음

(3) 관련정책

- ① 소규모 하수처리시설 광역통합관리
- 주거지역이 소규모로 분포되어 있고 넓은 관경의 관로설치가 어려운 읍·면지역의 경우, 지역 내 소규모 하수처리시설의 설치를 통해 생활계 오염물질을 처리하고 있음
- 소규모 하수처리시설은 지역 내 생활계 오염원을 개별적으로 처리함에 따라 발생하는 오염물질이 토양 또는 하천으로 유입되는 것을 방지할 수 있음
- 하지만, 부처간의 업무 분리로 인해 시설설치에 대한 일관성 결여와 시설 점검 및 유지관리가 미흡하여, 하수처리시설의 유입유량이 일정치 않고 처리효율이 저하되는 등의 문제가 발생하고 있음²³⁾
- 이에 대한 개선방안으로 무인 자동운전 및 원격제어기술 등이 적용된 광역통합관리체계를 도입하는 것이 효과적일 것으로 판단됨
- 현재 함양군의 남강1댐 상류 하수도시설에서는 광역에 산재하고 있는 하수처리시설(소규모 하수처리시설 포함)과 하수관거 등에 환경기술과 정보통신, 제어계측 기술을 이용하여 하수도 통합관리 시스템을 구축 하였음

23) 환경부(2013), 2012 경제발전경험모듈화사업: 소규모 상하수도 시스템

- 이를 통해 소규모 하수처리시설의 자동운전이 가능하고, 통합관리센터에서는 원격 진단과 제어, 운영관리를 실시하고 있음



자료 : 남강댐 제1권역 댐상류 하수도시설 통합관리(<http://59.19.214.162/website/>)

[그림 4-5] 소규모 하수처리시설의 통합관리시스템(온새미로) 개념도

- ② 하수관거 정비사업
 - 읍·면지역의 하수관거는 합류식 관거가 많아 생활계 오염원이 강우시 역류하여 비점오염원으로 유출될 가능성이 농후함
 - 하수관거의 토사 및 오염물질의 축적은 관거의 폐색을 야기할 수 있으며, 축적된 오염물질은 하수처리시설의 유입부하를 높이는 경우가 발생할 수 있음
 - 따라서, 하수관거 정비사업을 실시하여 기존 설치되어 있는 합류식 관거를 분류식으로 재 설치하고, 합류식 관거에 퇴적된 오염물질 및 토사를 주기적으로 관리해야 함

2) 축산계 오염원

(1) 현황진단

- 대청댐하류 중권역의 등곡리와 같이 밀집사육되고 있는 지역은 가축분뇨의 불법 야적, 과도한 퇴·액비 살포 등으로 고농도의 비점오염물질을 배출할 수 있음
- 등곡리 지역의 BOD기준 배출부하량은 124.2kg/일로 대청댐하류 중권역의 축산계 비점 배출부하량의 51.3%를 차지하고 있음
- 등곡리는 지리적으로 금강분류와 인접하여 강우 시 직접적인 영향이 우려됨
- 따라서, 사육농가가 밀집된 축산계 오염원을 관리하기 위해서는 가축분뇨의 체계적인 관리방안이 필요하며, 비점오염원의 발생을 억제하기 위한 처리시설 등의 제시가 필요함

(2) 전략방안

- 축산농가 밀집지역의 축산계 오염원 관리전략으로는 가축분뇨의 적정관리와 더불어 바이오에너지의 생산이 가능한 가축분뇨바이오가스화시설의 신설 및 기존 공공처리시설의 증설을 제시함
- 또한, 비점오염원의 문제를 해결하기 위해서는 퇴·액비와 같은 자원화물의 농경지 과다살포 제한 및 야적금지, 비점오염물질을 저감할 수 있는 소류지 및 축사주변에 VFS(Vegetable Filter Strip) 설치 등을 제안함

(3) 관련사업

- ① 가축분뇨바이오가스화시설 신설 및 기존 공공처리시설의 증설
- 가축분뇨의 관리를 위해서는 통합적 처리시설인 가축분뇨처리시설의 활용이 필요하며, 지역 내 무분별한 자원화물의 사용과 개별처리 등을 억제하는 방안으로 큰 효과를 나타낼 수 있음

- 또한, 가축분뇨처리시설을 통한 가축분뇨의 관리는 지역 내 자원화물의 과다 생산 방지, 시비시기에 발생하는 지역 내 악취문제 등을 방지하고 나아가 비점오염원의 농도 저감을 통해 금강본류에 악영향을 최소화할 수 있음
- 현재 가동중인 등곡가축분뇨처리시설의 용량은 105m³/일로 2016년 기준 등곡리의 돼지사육두수 18,023두 중 9,498두의 가축분뇨를 관리하고 있음
- 이 외 가축분뇨는 자원화를 통해 지역 내 살포되는 것으로 파악되고 있어, 등곡리 지역의 축산계 오염원을 방지하기 위한 방안으로 가축분뇨처리공공시설의 증설이 필요할 것으로 판단됨
- 가축분뇨바이오가스화 시설의 설치로 바이오에너지 생산과 더불어 안정화된 자원화물(퇴, 액비)의 생산이 가능하며, 악취저감 효과도 기대할 수 있음

국내최초 바이오 가스 → 도시가스 정제 및 공급

가구당 연간 91만원이상 연료비 절감



자료 : 에너지신산업 대토론회 사례발표, 미래를 준비하는 흥천 친환경에너지타운

[그림 4-6] 가축분뇨바이오가스화 시설 사례

② 비점저류시설(소류지) 설치

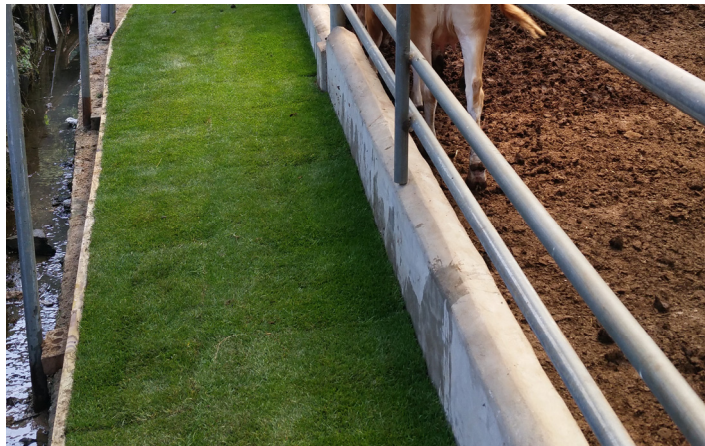
- 가축분뇨 자원화물에 의해 발생하는 축산계 비점오염원을 저감시키고 하천으로 직접적인 유출을 방지할 수 있는 방안으로는 비점오염저감 시설인 소류지 설치가 있음
- 가축사육이 밀집된 지역은 가축분뇨를 자원화물로 처리하여 농경지에 살포하지만, 농경지와 자원화물의 수급이 맞지 않아 과다 살포되는 경향이 있음
- 이에 따라 축산계 비점오염원은 표면유출과 동시에 기저 및 지하수로 유출될 수 있으므로 소류지를 설치하여 비점오염원의 오염농도를 줄이고 저류하여 하천으로의 직접적인 유출을 방지할 수 있음
- 또한 소류지의 식생은 가축분뇨의 영양염류를 생장에 사용하여 비점오염원을 저감시키는 역할을 함
- 소류지의 설치를 통해 강우 유출수를 저류하여 지역 내 농경지에 농업용수로 재이용이 가능함



자료 : 환경부 비점오염원 국내사례(<http://nonpoint.me.go.kr/>)

[그림 4-7] 사육농가의 비점오염 방지를 위한 소류지 설치 사례

- ③ VFS(Vegetable Filter Strip)
- VFS란 축사의 주변에 잔디와 같은 식생을 식재하여 강우시 발생하는 비점오염원을 저감하는 방안으로, 비점오염원의 입자성, 용해성 오염 물질을 필터와 같이 걸러 하천과 지하수의 오염을 방지할 수 있음²⁴⁾
 - 이는 축사의 위생적이고, 체계적인 관리가 이루어짐에도 발생하는 축사 내 여분의 가축분뇨에 의한 비점오염원의 발생과 표면유출을 방지할 수 있는 방안으로 효과적임
 - 식재된 식생은 오염물질에 포함된 영양염류와 유기물질을 흡수하여 성장함으로써 오염농도가 저감되어 주변 지류지천 및 지하수에 영향을 최소화 할 수 있음
 - VFS는 축사의 주변 공간 및 퇴비사 부근에 적은 시공비와 부지면적이 소요되어 실용적이고, 유지보수가 용이하여 적용가능성과 활용성이 높은 사업임



[그림 4-8] 옥천군 축산농가에 설치된 VFS 사례

24) Rahman. S. et. al(2011), Vegetative Filter Strips Reduce Feedlot Runoff Pollutants. North Dakota State University

3) 산업계 오염원

(1) 현황진단

- BOD기준 산업계 오염부하량은 대청댐하류 중권역의 부강면 금호리가 발생 및 배출부하량이 각각 13,391.1kg/일과 51.6kg/일로 세종시에서 가장 높은 지역으로 나타나고 있음
- 높은 발생량에 비해 낮은 농도의 배출부하를 나타내지만, 점오염원의 지속적인 배출은 유량이 적은 갈수기에 하천 오염부하를 높이는 주요 원인이 될 수 있음
- 또한, 부강면 금호리의 부강산업단지는 처리수를 금강분류로 방류하고 있으므로 산업폐수처리시설의 유지보수와 사업체에 대한 지속적인 관리가 필요함

(2) 전략방안

- 처리수는 직접적인 금강분류로의 유입을 방지하고, 오염물질을 저감시킬 수 있는 생태저류시설을 설치하여 방류되는 처리수의 오염물질을 최소화함
- 또한, 산업체의 배출부하량을 실시간으로 직접 관리하기 위한 방안으로 수질원격감시체계인 TMS(Tele Monitoring System)를 도입하여 안전한 방류수 배출을 도모함

(3) 관련사업

- ① 산업단지 내 완충저류시설 설치
- 부강산업단지의 산업폐수처리시설은 발생부하량 대비 높은 효율로 폐수를 처리하고 있으며 방류수 또한 허용농도로 유지되고 있으나, 금강분류로의 직접적인 유입은 하천에 악영향을 끼칠 우려가 있음
- 이러한 문제를 배제하기 위해서는 산업시설 내 저류지를 설치하여 산업폐수처리시설에서 배출되는 방류수의 저류를 통해 직접적인 하천 유입을 방지할 수 있음



자료 : 대영 주식회사(<http://www.dvtc.co.kr/>)

[그림 4-9] 산업단지 내 완충저류시설 설치 조감도

- ② 산업계 방류수 관리를 위한 TMS 설치
 - 산업계에서 배출하는 방류수를 관리하는 방안으로는 TMS(Tele Monitoring System)의 도입을 통한 실시간 모니터링 방법을 제시할 수 있음
 - TMS의 도입은 산업체 및 산업단지에서 배출하는 배출수를 실시간으로 측정하여 환경공단 또는 관리사업소에 전송함으로써, 산업계의 체계적이고 정확한 관리가 가능함
 - 부강산업단지의 경우 TMS를 산업폐수처리시설에 도입 시 산업단지 내 통합적인 오염물질을 관리하고, 금강분류에 배출되는 배출농도와 배출량을 관리할 수 있는 효과적인 방안으로 판단됨

4) 토지계오염원

(1) 현황진단

- 읍·면지역의 경우 도시지역과는 달리 개발되지 않은 나대지로 인해 토사의 유입이 많으므로, 토지계 비점 배출부하에 의한 하천 오염의 우려가 있음
- 이러한 토지계 비점오염원은 대부분이 토사의 유입을 발생시키며, 이는 하천 내 토사의 퇴적으로 인해 하상을 변화시키고, 하천의 건천화를 야기시킬 수 있음
- 따라서, 강우시 읍·면지역에서 발생하는 농촌 토지계 비점오염원 저감 방안과 이에 따른 토사 유입 등을 방지할 수 있는 방안이 필요함

(2) 전략방안

- 농촌비점오염원은 주로 개활지 또는 나대지와 같이 정비되지 않은 토지에 의해 오염물질이 발생되고 있으므로 식생의 식목을 통한 녹지화 사업을 제시함
- 또한, 하천에 유입되는 토사 및 오염물질을 저감하기 위해 하천정비 사업을 실시하여 하천으로의 토사 유입과 하상의 토사 유출 등을 방지하는 방안을 제시함

(3) 관련사업

- ① 나대지 녹지화(식생조성) 사업
- 읍·면지역의 미개발지역 및 버려진 농지 등 강우 시 표면유출에 의해 토사가 유실되는 것을 방지하고, 비점오염원이 발생하는 것을 방지하기 위한 녹지화 사업이 있음
- 초기강우에 의한 비점오염물질의 하천유입시에 비점오염물질을 사전에 정화시킬 수 있는 완충기능 수행

- ② 하천 내 토사유입 방지를 위한 하천정비사업
- 하천으로의 토사유입을 방지하기 위한 식생을 이용한 사면녹지화, 제방사업, 식생토낭 등의 하천정비사업을 실시할 수 있음
- 하천사면으로부터 유입되는 토사로 인한 하천의 퇴적토 및 비점오염원을 저감하기 위해 하상을 준설함



자료 : 진해(2013), 진해구 우수기 대비 하천 퇴적물 준설, 신아일보 6월 17일자 기사

[그림 4-10] 하천의 퇴적토 및 비점오염원을 저감하기 위한 하상 준설

제3절 하천 유량관리 전략방안 및 정책사업

1. 도시하천 유량관리 전략방안 및 사업제안

1) 현황진단

- 도시와 인접한 하천은 시민들의 근접성이 높기 때문에 하천의 이·치수적 기능은 물론, 홍수관리 등의 안정성을 포함하며, 경관 및 친수적으로도 관리가 필요함
- 하지만, 대교천은 교란된 생태계, 녹조 발생, 하상변동, 유량부족 등 여러 문제들을 통해 도시하천으로의 기능 저하된 상태임
- 대교천의 유량은 2013부터 2017년까지 5개년 평균유량이 $0.9\text{m}^3/\text{sec}$ 로 세종시 지류하천들의 평균유량 중 백천 이후 가장 낮은 것으로 조사됨 (최소유량 : $0.1\text{m}^3/\text{sec}$, 최대유량 : $15.0\text{m}^3/\text{sec}$)
- 이러한, 대교천의 수생태계 및 하천의 건강성을 회복하고 도시하천으로의 기능을 수행하기 위해서는 필요유량 이상의 충분한 유지유량 공급이 필요할 것으로 판단됨

2) 전략방안

- 대교천의 유지유량을 확보하여 수생태 및 하천의 건강성을 회복하고 나아가 신도시지역의 시민들의 근접성을 높여 생태 교류의 장 마련 및 친수공간 조성을 위한 방안이 필요함
- 신도시지역에 불투수면은 강우유출수의 표면유출율을 높여 하천으로 많은 양의 오염물질과 유량이 방류됨으로, 투수시설을 도입하여 물순환 체계를 재정립하고 하천의 유량 또한 확보하는 방안을 검토함
- 또한, 대교천 하류에 인접해 있는 공공하수처리시설의 처리수를 도수함으로써 일정이상의 유량 확보가 가능한 안정성 높은 유지용수로 활용하고 오염물질의 희석효과 또한 기대할 수 있음

3) 관련사업

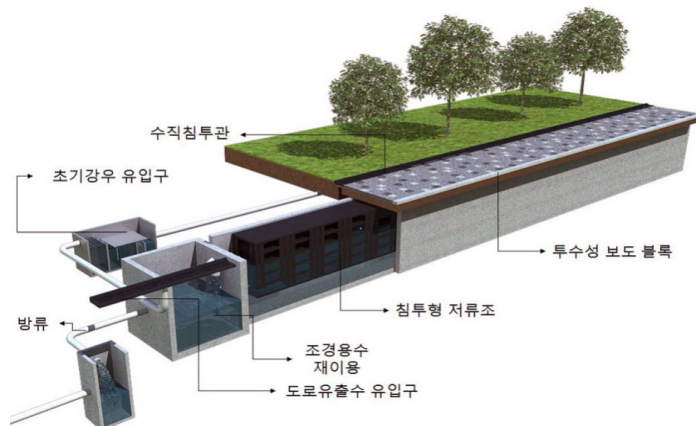
① LID시설을 통한 물순환 및 우수유량 확보

- LID시설은 투수면을 증대시켜 도시 불투수면에 의한 우수의 배제를 방지하고 토양으로 흡수율을 높여 건전한 물순환이 가능한 사업임
- 다양한 종류의 LID시설 중 유량관리를 위한 방안으로는 표면유출률 및 불투수면 저감 효과가 있는 투수블럭 도입과 강우유출수의 저장과 오염물질의 농도를 저감하는 우수저장장치 등을 제안함
- 투수블럭은 아스팔트와 같은 불투수면 피복을 대체하여 도심의 불투수면적을 저감시키는 방안으로, 강우의 표면유출률을 줄이고 토양으로의 흡수율을 높여 도시의 건전한 물순환과 비점오염물질의 농도 저감 및 축적 방지 등의 효과를 나타냄
- 또한, 투수블럭은 시민들의 보도, 운동장, 공원로, 주차장과 같은 차량의 저속운전 지역에 적용이 가능하며, 식생의 식목 또한 가능함으로 도시의 녹지 증대 효과를 꾀할 수 있음
- 이러한 방안은 토양의 수분율을 높이고 지하수위를 높여 도심 내 토양의 건강성을 회복할 수 있을 뿐만 아니라, 갈수기에도 지하수에 의한 일정 유량의 확보가 가능함
- 우수저장장치 시설은 강우 시 도심의 오염물질과 함께 방류되는 강우 유출수를 토양 또는 인위적 필터를 통해 오염농도를 저감시키고 방류 또는 저장하는 시설로 강우유출수의 오염물질 관리와 조경수, 공원 등의 식생에 우수를 재이용할 수 있는 효과가 있음
- 갈수기 시에는 저장되어 있던 우수를 방류하여 하천의 유지유량으로 사용할 수 있으며, 토양 및 필터에 의해 정화된 우수는 하천의 오염 농도를 저감시킬 수 있어 활용성이 높을 것으로 판단됨



위) 강우수를 흡수하는 투수블록, 아래) 잔디와 시공이 가능한 친환경 투수블록
 자료 : 이종수(2017), LID기법 적용한 '물순환 생태도시' 확대
 라펜트(2015), '2015 서울 보도블록 엑스포'

[그림 4-11] 투수블록의 투수성비교 및 활용



자료 : 오성덕(2016), 침투저류형 입체보도 시스템 '도심지 빗물' 완벽 관리

[그림 4-12] 투수저류형 LID시설의 모식도

② 공공하수처리시설의 처리수 이용

- 하천의 유지유량을 공급하기 위한 방안으로는 공공하수처리시설에서 처리한 방류수를 재이용하여 유량을 확보하는 사례가 있음
- 대구광역시에서는 신천의 유지유량을 확보하기 위한 방안으로 신천 하류에 위치하고 있는 신천하수처리시설의 처리수를 도수하여 유량 공급을 실시하고 있음
- 신천하수처리시설의 용량은 680,000m³/일로 처리수 100,000m³/일을 가압펌프를 사용하여 신천 상류에 방류하고 있으며, 이전 신천하수처리시설의 고도처리시설이 설치되지 않아 녹조의 문제가 발생하였으나, 현재 고도처리시설의 도입을 통해 유지유량의 오염농도 문제는 개선된 것으로 조사됨
- 광주광역시 또한, 광주천을 복원하기 위한 방안으로 광주하수처리시설의 처리수 143,000m³/일을 유지유량으로 사용하였으며, 하수처리수의 수질 문제 등을 개선하기 위해 영산강의 하천수와 복합적으로 사용하고 있음
- 하수처리시설 처리수를 유지용수로 활용 시 일정유량을 안정적으로 확보할 수 있으며, 고도처리시설을 통한 깨끗한 수질이므로 오염물질의 희석 효과를 볼 수 있음
- 또한, 하수처리시설의 처리수는 할당된 수질농도 이하로 처리하여 배출되기 때문에 본류로 직접 배출하는 방안보다 도수를 통해 지류의 증류로부터 배출하여 유달되는 동안 자정효과를 유도하는 것 또한 좋은 방안으로 판단됨
- 따라서, 현재 운영 중인 수질복원센터A의 처리수를 대교천의 유지용수로 사용 시 경관 및 친수의 기능을 회복할 수 있을 것으로 판단되며, 나아가 낮은 유속과 침체지역으로부터 발생하는 녹조 영향과 생태계의 교란 등의 문제를 해결 할 수 있는 방안으로 판단됨

2. 읍·면지역 지류·지천의 유량 관리

1) 현황진단

- 읍·면지역의 하천은 지역주민의 근접성이 낮고 하폭이 좁아 친수 기능이 어려우며, 유지되는 유량은 평균적으로 적기 때문에 이·치수의 기능 및 경관 기능이 떨어짐
- 농업 및 공업용수가 필요한 지역적 특성상 읍·면지역의 하천은 이·치수의 기능이 필요하지만, 백천 하류에 합류되는 문곡천의 경우, 유량의 부족으로 건천화의 문제가 발생하기도 함
- 백천의 경우, 대교천과 마찬가지로 2013년부터 2017년까지의 평균 유량이 $0.9\text{m}^3/\text{s}$ 로 세종시 내 하천 중 유지되는 유량이 크게 낮은 것으로 나타나고 있음(최소유량 $0.2\text{m}^3/\text{s}$, 최대유량 $10.0\text{m}^3/\text{s}$)
- 문곡천은 건천화의 우려가 높았던 지류·지천으로, 평균유량이 유지되지 않아 이·치수의 기능을 상실하고 악취 및 경관상 문제가 여러 차례 제기 되었음
- 이에 따라, 이전 이·치수 기능을 위해 설치되었던 콘크리트 복개구조물과 같은 인위적 구조물을 철거하고 생태적 건강성을 회복하기 위해 생태 하천복원사업을 실시하고 있음
- 생태하천복원사업에 실시되는 주요사업으로는 생태호안 정비, 하도정비, 생태탐방로 설치, 물문화 자연사 광장 조성 등의 사업들을 계획하고 있으며, 현재 2018년 5월부터 설계 착수 중에 있음

2) 전략방안

- 읍·면지역의 하천은 필요한 용수사용량을 충족시킬 수 있는 이·치수의 기능이 증점적으로 필요하며, 여러 수생태가 유지될 수 있는 유량이 풍부한 생태 환경이 조성되어야 함
- 이를 위해 이전 지류지천의 관리는 이·치수적 기능만을 위해 설치되었던 콘크리트 복개구조물 등을 철거하여 생태적으로 건강성을 회복하고 자연 친화적인 지류·지천 관리를 목표로 함

- 일정유량을 유지하고 일정기간 동안의 지역 내 농업 및 공업용수를 확보하기 위해서 DEP 및 농업용 둠벙 설치와 소규모 하수처리시설의 처리수를 유지용수로 사용하는 방안이 적절할 것으로 판단됨

3) 관련사업

① Dry Extended Pond(DEP)

- Dry Extended Pond는 강우시 농지유출수가 하천으로 직접 유출되는 것을 방지하여 오염물질의 유출 저감이 가능할 뿐만 아니라 강우를 저류 시킴으로써 농업용수로 사용이 가능함(비강우시엔 식생만 존재)
- 기존 농업용수의 수요를 지류·지천에만 의존하여 유량부족의 문제가 발생하는 것을 배제할 수 있으며, 자연친화적인 저류를 통해 오염물질의 저감 효과 또한 얻을 수 있어 농업용수로 활용성이 높음
- 농지의 가장자리 주변에 조성하면 사용된 농업용수 및 강우가 도랑으로 직접 유출되지 않고 저류하게 되어 용수를 재이용 할 수 있음



자료 : <https://mucksuckers.com/blog/retention-detention-ponds/>

[그림 4-13] Dry Extended Pond 사례

② 농업용 둠벙 설치

- 농업에 필요한 물을 저장하는 작은 저수지의 기능을 가지고 있으며, 강우를 저류하여 이용함
- 둠벙을 활용한 농업용수의 공급으로 지류·지천의 유지용량 문제를 어느 정도 해소할 수 있음



자료 : 농사로(<http://www.nongsaro.go.kr/>)

[그림 4-14] 논 가장자리에 조성된 둠벙 전경

③ 마을 하수처리시설 처리수 사용

- 읍·면지역의 경우, 50m³/일~500m³/일 용량의 소규모 마을하수처리시설에서 지역 내 하수 및 오수를 처리하고 있으며, 작은 용량이지만 많은 개소수가 위치하고 있음
- 소규모 하수처리시설은 처리공법 및 용량, 처리수의 평균농도 등 시설마다 상이함을 나타내지만, 높은 효율로 오염농도를 저감하여 방류하고 있으므로 유지용수로의 사용이 가능함
- 공공하수처리시설 처리수의 유지용수 이용 시 느린 유속과 침체 구역에 따른 녹조발생의 문제가 제기되었으나, 지류·지천의 경우 여러 수생태와 용수 수급의 조화를 통해 녹조와 같은 문제의 가능성이 미미할 것으로 판단됨

종합 및 정책제언

1. 종합
2. 정책제언

5장 종합 및 정책제언

1절 종합

1. 중권역별 수질 및 수생태 현황

1) 수질 현황

- 세종시 중권역은 대청댐하류, 미호천, 금강공주, 삽교천으로 구분되며, 국가수질측정망은 대청댐하류에 3개소(세종1, 백천, 청원-1), 미호천에 5개소(미호천5A, 조천, 조천1, 월하천, 미호천6-1), 금강공주에 7개소(연기, 금남, 용수천-1, 용수천, 대교천, 대교천2, 세종2)가 있음
- 2017년도 대청댐하류 중권역의 수질은 '16년도(평균 BOD 2.4mg/L, T-P 0.090mg/L) 대비 BOD 23.3% 감소 및 T-P 11.4% 감소함(수질등급 약간 좋음(II) → 좋음(Ib))
- 미호천 중권역의 수질은 '16년도(평균 BOD 2.2mg/L, T-P 0.072mg/L) 대비 '17년도에 BOD 25.4% 및 T-P 48.1% 증가함(수질등급 약간 좋음(II) 유지)
- 금강공주 중권역은 대교천의 수질이 개선됨에 따라 '16년도(평균 BOD 1.9mg/L, T-P 0.072mg/L) 대비 '17년도에 BOD 10.7% 감소 및 T-P 8.8% 감소함(수질등급 좋음(Ib) 유지)

2) 수생태 현황

- 세종시 중권역별 수생태계 조사 및 평가 지점은 대청댐하류 2개소, 미호천 20개소, 금강공주 20개소임

- 대청댐하류 및 금강공주의 부착돌말지수(TDI)는 '16년도 39.7, 39.4로 '12년 대비 약간 회복하였으며 보통등급을 나타냄
- 대청댐하류는 '16년도 저서동물지수(BMI)가 63.0로 양호(B등급) 등급을 꾸준히 유지하고 있으며, 미호천과 금강공주는 각각 57.8로 46.8로 보통(C등급) 상태를 나타냄
- 모든 권역에서 어류평가지수(FAI)의 경우 보통수준을 나타내었음
- 대청댐 하류의 HRI지수는 66.5(좋음, B등급)로 '12년 대비 16.4% 증가하였으며, 미호천 및 금강공주 중권역은 미미한 증감을 보이며 각각 보통(C등급)과 양호(B등급)의 상태를 유지하고 있음

[표 5-1] 세종시 중권역별 수생태계 변화

중권역	부착돌말지수 (TDI) ¹		저서동물지수 (BMI) ²		어류평가지수 (FAI) ³		서식수변환경지수 (HRI) ⁴	
	2012	2016	2012	2016	2012	2016	2012	2016
대청댐하류	35.7	39.7	74.1	63.0	51.7	54.8	55.6	66.5
미호천	37.9	35.6	57.7	57.8	46.5	42.7	47.3	48.5
금강공주	38.7	39.4	61.4	46.8	45.6	41.9	52.1	50.9

1. TDI(Trophic Diatom Index) : 영양염류 등 수질변화나 오염을 나타내는 지표로 활용 (환경변화에 민감하게 반응), 평가등급: 최상 60≤~≤100, 양호 45≤~<60, 보통 30 ≤~<45, 불량 0≤~<30
 2. BMI(Benthic Macroinvertebrate Index) : 하천 먹이사슬의 1차 소비자 지표생물로 활용(환경요인과 서식지에 따라 민감하게 반응), 평가등급: 최상 80≤~≤100, 양호 60 ≤~<80, 보통 45≤~<60, 불량 0≤~<45
 3. FAI(Fish Assessment Index) : 광범위한 서식지 상태를 대표(어류의 생존기간 및 이동성 활용), 평가등급: 최상 87.5≤~<100, 양호 56.2≤~<87.5, 보통 25≤~<56.2, 불량 0 ≤~<25
 4. HRI(Habitat and Riparian Index) : 하천의 물리적 특성을 평가하여 하천의 외적 특성정보 반영, 평가등급: 최상 75<~≤100, 양호 50<~≤75, 보통 25<~≤50, 불량 0≤~≤25
- 자료 : 환경부(2012, 2016), 「수생태계 건강성 조사 및 평가(V~IX) -금강 대권역-」

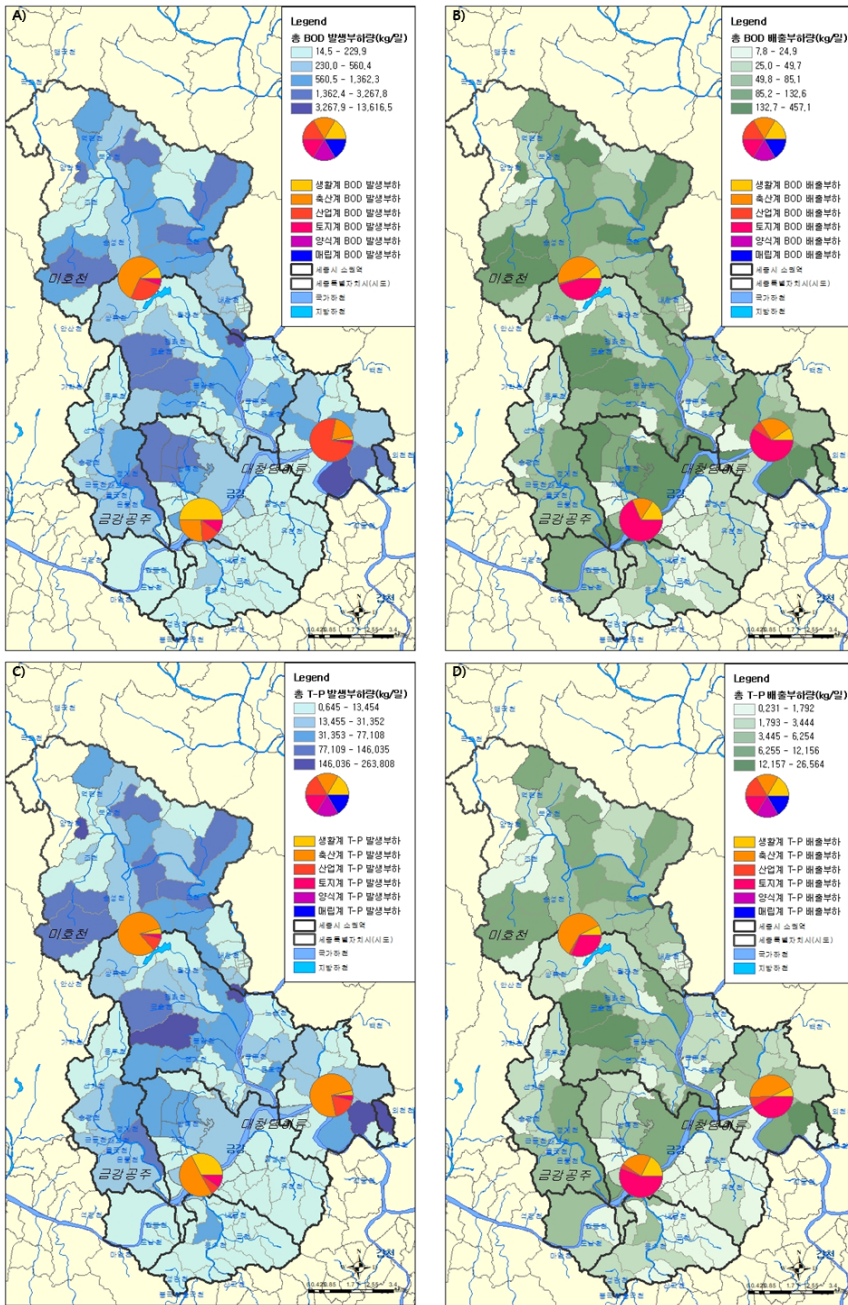
2. 중권역별 오염원 및 배출특성

- 세종시에서 발생하는 총 발생부하량은 BOD가 85,121.3kg/일, T-P는 4,063.537kg/일이며, 총 배출부하량은 BOD 9,243.6kg/일 및 T-P 493.089kg/일로 나타남
- 소권역별 발생부하량은 조천, 미호천하류, 미호천 합류전의 순으로 많이 발생되고 있으며, 가장 많은 발생량을 나타내는 조천의 BOD 및 T-P 발생부하량은 각각 26,610.4kg/일과 1,682.947kg/일로 나타남
- 미호천 중권역(미호천하류 및 조천)은 총 발생부하량 중 BOD는 54.5%, T-P는 69.1%의 비중을 차지하고 있으며, 배출부하량 또한 BOD가 5,417.3kg/일(58.6%), T-P는 305.844kg/일(62.0%)로 크게 나타남

[표 5-2] 세종시 총 오염부하량 현황

(단위 : kg/일, %)

중권역	소권역	발생부하량				배출부하량			
		BOD		T-P		BOD		T-P	
대청댐 하류	매포 수위표	930.7	1.1	95.622	2.4	85.3	0.9	6.948	1.4
	미호천 합류전	18,237.7	21.4	371.094	9.1	892.7	9.7	44.764	9.1
미호천	미호천 하류	19,795.6	23.3	1,122.907	27.6	2,039.8	22.1	118.873	24.1
	조천	26,610.4	31.3	1,682.947	41.4	3,377.5	36.5	186.971	37.9
금강 공주	세종보	10,790.2	12.7	315.391	7.8	1,462.2	15.8	55.117	11.2
	용수천	1,517.8	1.8	108.662	2.7	415.5	4.5	22.611	4.6
	대교천	6,892.9	8.1	348.827	8.6	803.1	8.7	50.320	10.2
	공주 수위표	346.1	0.4	18.087	0.4	167.4	1.8	7.484	1.5
합 계		85,121.3	100.0	4,063.537	100.0	9,243.6	100.0	493.089	100.0



A) BOD 발생부하량, B) BOD 배출부하량, C) T-P 발생부하량, D) T-P 배출부하량

[그림 5-1] 세종시 중권역 총 발생, 배출부하량 현황

3. 진단 및 중점관리지역 도출

1) 중권역별 주요 오염원 분석

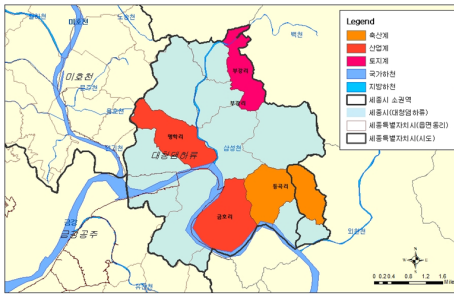
- 대청댐하류 중권역의 주요 오염원은 산업계 및 축산계로 분석됨
- 대청댐하류 중권역의 축산계 중 88.4%(18,023두)가 부강면 등곡리에 집중되어 있음
- 부강일반산업단지에서 발생하는 점오염원은 세종시 총 발생부하량의 16.9%(BOD기준)를 차지하고 있음
- 미호천 중권역은 생활계, 축산계, 산업계 및 토지계 등 대부분의 오염원이 높은 비중으로 존재하고 있음
- 미호천 중권역의 생활계 BOD 배출부하량은 555.8kg/일로 세종시 총 생활계 배출부하량의 50.9%에 해당함
- 축산계 BOD 발생부하량은 세종시 축산계 발생부하량의 75.5%를 차지하고 있으며, 배출부하량 또한 BOD기준 세종시의 77.3%로 나타남
- 산업계 BOD 배출부하량은 세종시의 44.6%, T-P의 배출부하량은 36.4%의 비중을 나타냄
- 토지계는 전의면 유천리가 BOD 배출부하량 203.6kg/일로 가장 높게 나타남
- 삽교천 중권역의 곡교천상류의 주요 오염원은 축산계와 토지계이며, 오염원의 대부분이 전의면 유천리에 분포하고 있음

[표 5-3] 세종시 금강수계 중권역 주요 오염원 및 배출부하량

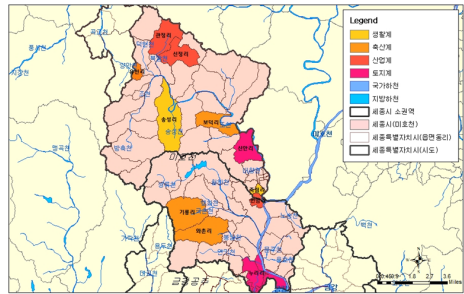
중권역	주요 오염원	해당지역		배출부하량(kg/일)	
		소권역	읍면동리	BOD	T-P
대청댐 하류	토지계	미호천합류전	부강면(부강리)	123.8	3.503
	축산계	미호천합류전	부강면(등곡리)	47.3	5.443
		매포수위표	부강면(등곡리)	76.9	8.856
	산업계	미호천합류전	금남면(금호리)	51.6	2.917
연동면(명학리)			7.8	0.205	
미호천	토지계	미호천하류	연기면(누리리)	110.2	2.944
		조천	전의면(유천리)	203.6	6.219
			조치원읍(신안리)	103.2	3.057
	축산계	미호천하류	연서면(기룡리)	119.6	11.879
			연서면(와촌리)	226.6	16.632
		조천	전동면(보덕리)	163.3	10.379
			전의면(유천리)	250.8	20.094
	생활계	조천	조치원읍(죽림리)	93.7	4.912
			전동면(송성리)	33.2	1.172
	산업계	미호천하류	조치원읍(번암리)	19.3	1.681
			조천	조치원읍(번암리)	10.0
		전의면(관정리)		12.4	0.521
		전의면(신정리)		8.0	0.207
	금강공주 중권역	토지계	세종보	고운동	163.0
어진동				163.1	4.007
생활계		세종보	가람동	76.2	4.181
축산계		대교천	장군면(대교리)	48.0	4.820
			장군면(봉안리)	42.2	2.641
산업계		세종보	장군면(봉안리)	0.2	0.069
	대교천	장군면(봉안리)	8.8	3.987	

[표 5-4] 세종시 삽교수계 중권역 주요 오염원

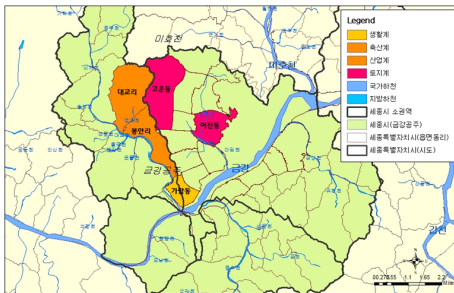
중권역	소권역	주요 오염원	구분	읍면동리			
				전의면 유천리	소정면 대곡리	소정면 소정리	소정면 운당리
삽교천	곡교천 상류	축산계	젓소(두)	0	104	0	28
			한우(두)	368	70	17	12
			돼지(두)	7,711	0	0	0
			가금(두)	308,046	181,000	234,900	0
		토지계	전(km ²)	0.495	0.537	0.211	0.202
			답(km ²)	0.596	0.510	0.672	0.384
			임야(km ²)	5.979	3.312	1.741	1.600
			대지(km ²)	2.067	0.496	0.566	0.302
			기타(km ²)	1.119	0.437	0.571	0.142



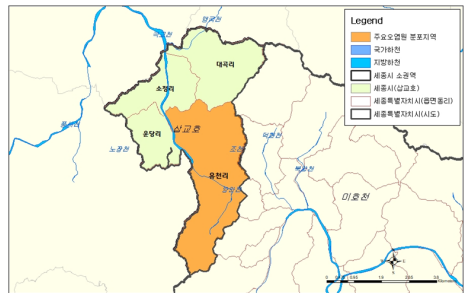
<대청뫼하류 중권역>



<미호천 중권역>



<금강공주 중권역>



<삽교천 중권역>

[그림 5-2] 세종시 중권역별 주요 오염원 분포

2) 오염부하지속곡선(LDC) 분석

(1) 대청댐하류 중권역

- 대청댐하류 중권역의 대표지점은 청원-1(금본G) 수질측정망이며, 목표 수질은 BOD 2.0mg/L, T-P 0.040mg/L로 계획되어 있음
- 목표부하량을 기준으로 BOD 초과율은 26.7%였고, T-P 초과율은 70.0%로 나타남
- BOD의 경우, 목표부하량 기준 초과율이 높은 유량구간은 홍수량 및 평수량 구간으로 각각 33.3% 및 35.7%를 나타내었으며, 강우에 의한 비점오염원에 의한 영향으로 판단됨
- T-P의 경우에는 목표부하량 기준으로 초과율이 높은 유량구간은 갈수량 및 평수량 구간으로 각각 85.7% 및 81.0%를 나타내었으며, 이는 적은 유량에도 불구하고 지속적으로 오염물질이 유입되는 점오염원이 원인인 것으로 간주되어 주변 점오염원의 관리가 필요할 것으로 판단됨

[표 5-5] 대청댐하류 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가

구분		유량구간 (Flow Duration Interval, %)*					전체	
		0~10	10~40	40~60	60~90	90~100		
		홍수량	평수량	평수량	저수량	갈수량		
전체 측정 자료수		21	63	42	63	21	210	
평가 자료수		21	63	42	63	21	210	
전체 평균유량(m ³ /sec)		150.6	64.3	38.2	23.2	12.7	50.2	
'17년 평균유량(m ³ /sec)		221.1	58.8	37.6	22.7	14.4	43.3	
BOD	전체 구간	초과자료수	7	18	15	10	6	56
		초과율(%)	33.3	28.6	35.7	15.8	28.6	26.7
		초과순위	2	3	1	5	3	-
T-P	전체 구간	초과자료수	13	37	34	45	18	147
		초과율(%)	61.9	58.7	81.0	71.4	85.7	70.0
		초과순위	4	5	2	3	1	-

* U.S.EPA(2007), An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs

(2) 미호천 중권역

- 미호천 중권역의 대표지점은 미호천6-1(미호C) 수질측정망이며, 목표 수질은 BOD가 3.0mg/L, T-P는 0.100mg/L로 계획되어 있음
- 목표부하량을 기준으로 BOD 초과율이 68.1%였고, T-P 초과율은 46.7%였음
- BOD의 경우, 목표부하량을 대체적으로 초과하고 부하의 분포가 넓어 일정치 않은 오염부하가 유입되는 것으로 분석되었고, 목표부하량 기준 초과율이 높은 유량구간으로 홍수량 및 갈수량 구간에 모두 71.4%로 나타남
- 이는 상류 또는 지류의 영향을 받거나 주위 오염원들에 의해 일정치 않게 오염물질이 유입되어 점, 비점오염원 모두의 영향을 받는 것으로 판단됨
- T-P의 경우에는 초과율이 높은 유량구간은 홍수량 및 풍수량 구간에서 각각 85.7%와 54.0%로 분석되었으며, 강우 시 비점오염원의 관리가 필요함

[표 5-6] 미호천 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가

구분		유량구간 (Flow Duration Interval, %)*					전체	
		0~10	10~40	40~60	60~90	90~100		
		홍수량	풍수량	평수량	저수량	갈수량		
전체 측정 자료수		21	63	42	63	21	210	
평가 자료수		21	63	42	63	21	210	
전체 평균유량(m ³ /sec)		125.9	30.5	19.5	15.4	11.4	31.4	
'17년 평균유량(m ³ /sec)		228.2	35.4	19.1	15.4	11.7	46.6	
BOD	전체 구간	초과자료수	15	43	28	42	15	143
		초과율(%)	71.4	68.3	66.7	66.7	71.4	68.1
		초과순위	1	3	4	4	1	-
T-P	전체 구간	초과자료수	18	34	19	21	6	98
		초과율(%)	85.7	54.0	45.2	33.3	28.6	46.7
		초과순위	1	2	3	4	5	-

* U.S.EPA(2007), An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs

(3) 금강공주 중권역

- 금강공주 중권역의 대표지점은 세종2(금본H) 수질측정망이며, 목표수질은 BOD가 3.0mg/L, T-P는 0.100mg/L로 계획되어 있음
- 목표부하량을 기준으로 초과율은 BOD 45.24%, T-P 14.29%로 나타남
- BOD의 경우, 목표부하량 기준 초과율이 높은 유량구간은 풍수량 및 평수량 구간으로 각각 52.4%와 47.6%로 나타남
- T-P는 전체적으로 목표부하량의 평균이하로 관리되고 있는 것으로 나타났으며, 초과율이 높은 유량구간은 홍수량 및 평수량 구간에서 각각 38.1%와 16.7%로 분석됨

[표 5-7] 금강공주 중권역 유량구간별 수질측정자료 평가

구분			유량구간 (Flow Duration Interval, %)*					전체
			0~10	10~40	40~60	60~90	90~100	
			홍수량	풍수량	평수량	저수량	갈수량	
전체 측정 자료수			21	63	42	63	21	210
평가 자료수			21	63	42	63	21	210
전체 평균유량(m ³ /sec)			262.1	94.3	62.9	42.2	26.2	82.3
'17년 평균유량(m ³ /sec)			492.6	98.0	60.8	42.2	28.1	91.4
BOD	전체 구간	초과자료수	6	33	20	27	9	95
		초과율(%)	28.6	52.4	47.6	42.9	42.9	45.2
		초과순위	5	1	2	3	3	-
T-P	전체 구간	초과자료수	8	8	7	6	1	30
		초과율(%)	38.1	12.7	16.7	9.5	4.8	14.3
		초과순위	1	3	2	4	5	-

* U.S.EPA(2007), An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs

3) 점 및 비점 배출부하 분석

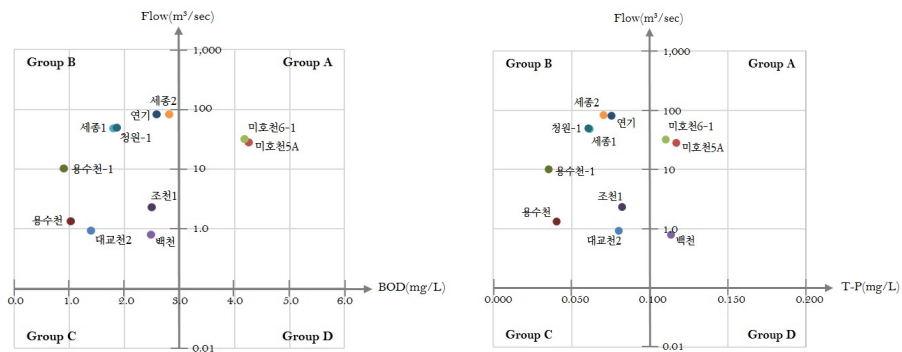
- 세종시의 점 및 비점 배출부하량은 BOD기준 1,138.0kg/일(12.3%) 및 8,105.6kg/일(87.7%)로 비점오염원의 비중이 높음
- BOD 총 배출부하는 미호천 증권역의 조천이 3,377.5kg/일로 가장 높음
- BOD 점오염원의 배출부하량이 큰 권역으로는 금강공주 증권역의 용수천(25.3%), 대교천(20.8%) 및 대청댐하류 증권역의 미호천합류전(17.4%) 소권역 순으로 나타남
- BOD 비점오염원의 배출부하량이 가장 큰 권역은 매포수위표로 93%의 비율을 나타냄
- 세종시의 점 및 비점 배출부하량은 T-P 기준 80.966kg/일(16.4%) 및 412.123kg/일(83.6%)로 비점오염원의 비중이 높음
- T-P 총 배출부하가 가장 높은 권역은 조천으로 186.971kg/일임
- T-P 점 배출부하의 비중이 높은 곳은 대교천(29.6%)으로 가람동에 위치한 생활계(수질복원센터) 영향과 봉안리의 산업계오염원 영향으로 판단되며, 비점오염원은 매포수위표(96.5%)의 비율이 가장 높게 나타남

[표 5-8] 세종시 점 및 비점 배출부하량

증권역	소권역	BOD				T-P			
		점 배출부하		비점 배출부하		점 배출부하		비점 배출부하	
		kg/일	%	kg/일	%	kg/일	%	kg/일	%
대청댐하류	매포수위표	5.9	7.0	79.4	93.0	0.241	3.5	6.708	96.5
	미호천합류전	155.2	17.4	737.5	82.6	7.801	17.4	36.963	82.6
미호천	미호천하류	206.8	10.1	1,833.0	89.9	17.615	14.8	101.258	85.2
	조천	295.3	8.7	3,082.2	91.3	23.923	12.8	163.048	87.2
금강공주	세종보	182.3	12.5	1,279.9	87.5	9.741	17.7	45.376	82.3
	용수천	104.9	25.3	310.6	74.7	5.365	23.7	17.246	76.3
	대교천	167.4	20.8	635.7	79.2	14.905	29.6	35.415	70.4
	공주수위표	20.2	12.1	147.2	87.9	1.375	18.4	6.109	81.6
합계		1,138.0	12.3	8,105.6	87.7	80.966	16.4	412.123	83.6

4) 하천 그룹화

- 금강본류 및 국가하천인 미호천은 평균유량이 28.0~82.8m³/sec의 범위로 확보되고 있으며, 이 외 지류들은 0.8~10.1m³/sec의 범위에서 유량이 유지되고 있는 것으로 나타남
- 대교천과 백천의 경우 지류의 수리·수문학적 특성과 용수사용 등에 의해 유지유량이 부족한 곳으로 문제가 제기되고 있으며, 대교천과 백천의 평균/필요유량비²⁵⁾는 각각 2.1과 2.3으로 다른 지류들에 비해 상대적으로 낮게 나타남
- 최소한의 하천 건강성은 유지되고 있으나, 용수공급, 생태유지 등의 역할 및 건전한 하천유지를 위해서는 안정적인 유량 확보가 필요할 것으로 판단됨



[그림 5-3] 하천의 평균 유량 및 농도를 통한 그룹화(BOD 및 T-P)

5) 중권역별 중점관리하천 도출

- 대청댐하류 중권역의 백천은 유량이 부족하여 유입되는 오염원의 영향이 뚜렷하게 나타나고 있으며, 점, 비점오염원 모두 큰 비중을 차지하고 있으므로, 점오염원(산업계)과 비점오염원(토지계)의 오염저감 방지대책과 유량 확보를 위한 대책이 필요함

25) 평균/필요유량비: 대교천 2.1, 백천 2.3, 용수천하류 4.2, 용수천중류 14.7, 조천 4.2

- 미호천 증류 및 조천 경우 비점오염원의 영향을 크게 받고 있으며, 하류는 증류로부터 내려온 유달부하량과 증류와 조천의 합류점에 위치하고 있는 점 오염원(STP)에 의해 점 및 비점오염원 모두 영향이 큰 것으로 나타남
- 따라서 미호천의 비점오염원 저감방안이 필요할 것으로 판단되며, 우선적으로 미호천 증류와 조천의 합류부에서 점오염원의 영향을 저감시켜 금강본류와의 합류 시 오염부하를 저하시킬 필요가 있음
- 금강공주 증권역에서는 대교천의 점 오염원에 대한 지속적인 관리와 비점오염원의 저감방안 및 유량확보를 위한 방안이 필요할 것으로 판단됨

[표 5-9] 세종시 증권역의 중점관리하천

증권역	중점관리 하천	주요 오염원	LDC 초과 유량구간 및 초과율(%)		Group	
			BOD	T-P	BOD	T-P
대청댐 하류	금강본류	축산계	평수량(35.7)	갈수량(85.7)	B	B
		산업계				
	백천	산업계	홍수량(76.2)	갈수량(95.2)	B	A
		토지계				
미호천	미호천 증류	토지계	홍수량(75.0)	홍수량(85.0)	A	A
		축산계				
	미호천 하류	토지계	홍수량(71.4)	홍수량(85.7)	A	A
		축산계	갈수량(71.4)			
조천	토지계	홍수량(50.0)	홍수량(66.7)	B	B	
	축산계					
금강공주	금강본류	토지계	홍수량(52.4)	홍수량(38.1)	B	B
		축산계				
	대교천	토지계	홍수량(14.3)	홍수량(66.7)	B	B
		축산계				
용수천	토지계	갈수량(9.5%)	홍수량(15.0)	B	B	
	축산계					

2절 정책제언

- 수생태 및 하천의 건강성을 유지할 수 있는 주요 오염원의 저감방안 및 유지유량의 확보방안을 마련해야 하며, 우심하천에 대한 우선순위를 두어 계획을 수립해야함
- 또한, 세종시의 도농복합특성을 고려하여 신도시지역과 읍·면지역에 따른 오염원 관리방향과 이에 적합한 전략 및 정책을 수립해야함

1. 우심하천 관리의 우선순위(안)

1) 수질 및 유량 분석을 기준으로 한 우선순위(안)

- 세종시 중권역별 오염원 분석, 점·비점 오염물질 배출부하, LDC 분석, 수질-유량 그룹화 분석을 통하여 대청댐하류 중권역의 백천과 미호천 중권역의 미호천 중류지역, 금강공주의 대교천을 우심하천으로 도출함
- 수질관리 측면에서는 백천과 미호천중류가 우선적으로 관리되어야하며, 유량 측면에서는 대교천과 백천의 우선적 관리가 필요함
 - 오염물질 배출부하량 : 대교천, 미호천중류, 백천 순임
 - 평균 목표수질 초과율 : BOD는 미호천중류, 백천, 대교천 순이며, T-P는 백천, 미호천중류, 대교천 순임
 - 평균/필요유량비 : 대교천, 백천, 미호천중류 순으로 낮게 나타남

[표 5-10] 우심하천의 관리 우선순위(안)

하천명	배출부하량			평균 목표수질 초과율				유량	
	순위	BOD (kg/일)*	T-P (kg/일)*	BOD		T-P		순위	평균/ 필요유량비
				순위	초과율 (%)	순위	초과율 (%)		
백천	3	455.3	19.710	2	35.24	1	97.62	2	2.268
미호천 중류	2	733.4	31.820	1	70.39	2	50.00	3	13.960
대교천	1	807.9	50.295	3	2.86	3	25.24	1	2.092

* 배출부하량은 도출된 하천의 유역(세종시 집수구역) 부하량만을 나타낸 것임

2) 하천기능 개선에 따른 시민의 수혜혜택을 기준으로 한 우선순위(안)

- 하천의 기능 개선에 따라 수혜를 받는 권역별 인구밀도가 높은 곳을 기준으로 접근해 볼 필요가 있음
- 세종시의 인구밀도가 높은 지역은 조치원 및 1, 2생활권 인근으로 이에 해당하는 조천과 미호천 중류가 합류되는 지점 및 제천, 대교천 등을 고려해 볼 수 있음
- 이 중 수질 및 유량 측면에서 개선이 필요한 하천과 중첩되는 곳은 미호천중류와 대교천으로 하천 기능 개선에 따른 시민의 수혜혜택이 가장 큰 곳으로 판단됨

2. 도농복합특성을 고려한 수질·유량관리 전략방안 마련 및 관련 정책사업 수립

- 세종시는 도농복합도시로 신도시지역과 읍·면지역간에 오염물질이 배출 특성이 다르게 나타나고 있음

- 신도시지역은 도시비점원에 대한 관리가 필요하며, 읍·면지역의 경우 생활계, 축산계, 산업계, 토지계의 전반적인 관리가 필요함
- 유지유량 관리 측면에서도 도심과 읍·면지역의 주변 인프라를 고려한 관리전략이 필요함

[표 5-11] 세종시 지역적, 환경적 특성을 고려한 관리대상 및 정책사업

지역	관리대상	정책사업
신도시 지역	도시비점오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상 퇴적토 유출(역행침식) 방지를 위한 하천정비사업 실시 ▪ 도심 내 강우유출수의 직접적인 하천 유입방지를 위한 식생도랑 또는 침투도랑 설치 ▪ 불투수면 오염물질 축적과 강우 시 오염물질 유출을 저감하기 위한 주기적인 도로변 청소
	도심하천 유지유량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공공하수처리시설의 처리수를 이용한 유지유량 공급 ▪ LID시설을 통한 물순환 및 우수유량 확보
읍·면 지역	생활계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소규모 하수처리시설의 광역통합관리 ▪ 하수도 보급률 증대를 위한 하수관거 정비사업
	축산계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가축분뇨처리시설 신설 및 증설 ▪ 가축분뇨의 오염물질을 저감시키는 비점저류시설(소류지) 설치 ▪ 농경지 및 축사 비점 유출 저감시설 VFS(Vegetable Filter Strip) 도입
	산업계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 산업단지 내 완충저류시설 설치 ▪ 산업계 방류수 모니터링을 위한 TMS 모니터링
	토지계 오염원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 나대지 녹지화사업 ▪ 하천 내 토사유입 방지를 위한 하천정비사업
	읍·면지역 하천 유지유량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소규모 마을하수처리시설의 처리수를 이용한 유지용수 공급 ▪ 농업용수 재이용을 위한 둠벙 및 DEP(Dry Extended Pond) 설치

1) 도시비점오염원 관리를 위한 전략 및 정책사업

- 도시비점오염원은 주로 토지계로 신도시지역의 고운동과 어진동에서 주요하게 발생되고 있으며, 강우시 대교천 및 제천으로 유입되는 특성이 있음
- 대교천은 금강분류와의 하상차로 인해 지속적으로 역행침식이 일어나고 있어 토지계 오염원 및 하상의 퇴적물과 오염물질이 본류로 유출되고 있음
- 따라서 금강분류 합류지점에 식생식목을 통한 토사 유출방지, 하상차가 발생하는 지역의 변위를 파악하고 보호공을 설치하여 유속을 낮추는 등의 하천정비사업이 필요하며, 사업이전에 정확한 분석과 계획이 요구됨
- 도시비점오염원의 관리를 위해 도시 불투수면에 의한 오염원 유출을 감소시켜야 하며, 이에 대한 전략방안으로 인공습지 조성 및 주기적인 도로변 청소 등이 있음
- 현재 조치원 지역에 인공습지를 계획·추진하고 있는데, 이를 도시비점 오염이 우려되는 도심지역으로 확대 설치할 필요가 있으며, 그 밖에 침투 도랑, 식생도랑 등의 시설을 도입할 수 있음

2) 읍·면지역의 수질관리를 위한 전략 및 정책사업

(1) 생활계 오염원 관리

- 미호천중권역(읍·면지역)의 생활계 오염원은 인구수 및 물사용량은 도심 지역 대비 낮지만 하수도 편입율이 낮아 생활계 배출부하량 중 29.3%가 비점 배출부하량으로 발생되고 있음
- 따라서 우선적으로 하수도 보급률 증대 및 분류식 관거 설치, 관거내 퇴적물 관리 등의 하수관거 정비사업을 추진해야 하며, 소규모 하수처리 시설의 신설 및 증설은 비용 및 효율적 관리 측면에서 한계가 있으므로 광역통합관리시스템 도입하여 자동운전, 원격진단 및 제어, 운영관리를 실시할 필요가 있음

(2) 축산계 비점오염원 관리

- 대청댐하류 중권역의 가축 밀집사육으로 인한 축산계 비점오염원의 관리를 위해 가축분뇨의 야적 금지와 퇴·액비의 과다살포 및 부적정 관리를 방지해야 함
- 또한 농경지 주변에 비점저류시설인 소류지 설치, 농경지 및 축사주변에 VFS(Vegetable Filter Strip)을 설치하여 강우시 오염물질의 하천유출을 방지해야함
- 소류지, VFS 등의 시설은 비점오염원을 저감시킬 수 있을 뿐만 아니라 강우 유출수의 저류를 통해 농업용수로 재이용이 가능함
- 현재 등곡리에 위치한 가축분뇨공공처리시설은 처리용량에 한계가 있어 가축분뇨의 자원화 및 에너지화가 가능한 바이오가스화시설을 신설하여 가축분뇨의 처리용량을 증대시킬 필요가 있음

(3) 산업계 오염원 관리

- 세종시 산업계 오염원의 비중이 가장 높은 곳은 대청댐하류 중권역의 부강면 금호리로 나타났으며, 유량이 적은 갈수기에 하천 오염부하를 높이는 주요원인이 되고 있음
- 따라서 수질원격감시체계인 TMS(Tele Monitoring System)를 도입하여 실시한 모니터링을 통해 산업계 오염원의 체계적이고 정확한 관리가 필요함
- 또한 산업단지 내 저류지를 설치하여 방류수의 저류를 통해 직접적인 하천 유출 영향을 저감시킬 수 있음

(4) 토지계 비점오염원 관리

- 읍·면지역의 미개발지역 혹은 버려진 농지를 통해 강우시 표면유출되는 토사와 비점오염원을 관리하기 위한 녹지화 사업, 제방사업 등을 실시할 필요가 있음

3) 도심하천의 유량관리 전략방안 및 정책사업

- 도심하천의 경우 이·치수적 기능, 홍수관리의 안정성, 경관 및 친수적인 공간으로써의 관리가 필요함
- 대교천의 경우 교란된 생태계, 녹조 발생, 하상변동, 유량변동 등의 여러 문제들이 나타나고 있으며 평균 유량 역시 백천 다음으로 낮게 나타남
- 따라서 유지유량 확보를 통한 수생태 및 하천의 건강성을 회복하고 친수 공간으로써의 기능을 확보하기 위해 대교천에 인접한 공공하수처리장의 처리수를 도수하여 유지용수로 활용할 수 있음
- 도시물순환 및 유량 확보 차원에서 현재 5·6생활권에 적용되어 있는 LID시설(투수블록 등)을 도심 전지역에 확대 설치할 필요가 있으며, 갈수기에 저장된 우수를 방류하여 하천 유지용량으로 활용할 수 있음

4) 지류지천의 유량관리 전략방안 및 정책사업

- 세종시 지류지천 중 유량 부족으로 인한 이·치수 가능 및 경관 기능이 저조한 하천은 문곡천, 백천, 문주천 등이 있으며, 건천화로 인한 문제가 발생되고 있음
- 문곡천의 경우 이·치수 기능 회복을 위해 콘크리트 복개구조물 철거 등 생태하천복원사업을 진행하고 있으며, 자연친화적인 지류·지천 관리를 목표로 하고 있음
- 지류지천의 유량관리를 위해서는 DEP(Dry Extended Pond), 농업용 뚝방 등을 설치하여 강수시 우수를 저류시켜 농업용수로 재이용함으로써 기존의 농업용수 수요를 지류·지천에만 의존하여 발생하는 하천유량 부족 문제를 어느 정도 해소할 수 있음
- 또한 소규모 마을하수처리시설의 처리수를 이용하여 하천 유지용수로 활용할 수 있음

3. 물관리기본법 제정에 따른 세종시의 물관리 일원화의 방향 제시 필요

- 최근 물관리기본법 제정에 따른 물관리 일원화로 환경부의 업무가 기존 수질관리에서 수자원, 지하수, 댐 관리까지 확대됨에 따라 지자체 차원에서 이에 대응하는 전략을 마련할 필요가 있음
- 향후 수질·유량의 효율적 관리를 통한 지속가능한 물순환체계를 마련하고, 이와 관련한 세종시만의 지역적 특성을 고려한 세부 정책을 수립할 필요가 있음
- 또한 최근 기후변화로 인해 급증하는 환경재해(국지적 가뭄 및 폭우 등)에 대한 전략적인 대응책 역시 마련되어야 할 것임

참고문헌

- 국도해양부(2011), 금강수계 하천정비기본계획
- 김영일 외(2012), 수질오염총량관리제의 효율적인 시행을 위한 지류하천 수질·유량 모니터링 자료의 활용, <대한환경공학회지> 제34권 2호. 119~125.
- 나승민 외(2015), 낙동강 지류·지천의 유량·수질 특성 및 하천관리를 위한 등급화 방안 연구, <한국습지학회지> 제17권 4호. 380~390
- 대전광역시(2003), 도심생태하천조성 학술연구용역 보고서
- 박상현 외(2011), 충청남도 지류하천의 유량 및 수질 분포특성 분석, <대한환경공학회지> 제33권 10호. 739~747.
- 산업통상자원부(2014), 미래를 준비하는 흥천 친환경에너지타운, 에너지신산업 대토론회 사례발표.
- 세종특별자치시(2013), 세종시 금강 이용·관리 종합계획 수립
- 세종특별자치시(2014), 용수천 하천기본계획 재수립
- 세종특별자치시(2015), 제3단계 세종특별자치시 금강수계 수질오염총량관리 기본계획
- 세종특별자치시(2016), 대교천 하천정비기본계획
- 세종특별자치시(2017), 3단계 수질오염총량관리 시행계획 2016년도 이행평가
- 연기군(2011), 조천 하천기본계획(변경)
- 임봉수 외(2010), 유량-수질관계 비교를 통한 하천 수질개선 우선순위 선정기법 적용, <대한환경공학회지> 제32권 8호. 802~808.
- 최무진 외(2017), 석문호 유역 오염물질 배출특성 분석 및 수질모델링에 기초한 수질 개선방안 연구, <대한환경공학회지> 제39권 10호. 581~590.
- 충청남도(2004), 백천 하천정비기본계획
- 충청남도(2015), 금강정비사업 이후 수환경모니터링 4차년도
- 환경부(2012), 수생태계 건강성 조사 및 평가(V) -금강 대권역-
- 환경부(2013), 2012 경제발전경험모듈화사업: 소규모 상하수도 시스템
- 환경부(2013), 수생태계 건강성 조사 및 평가(VI) -금강 대권역-
- 환경부(2014), 수생태계 건강성 조사 및 평가(VII) -금강 대권역-
- 환경부(2015), 수생태계 건강성 조사 및 평가(VIII) -금강 대권역-
- 환경부(2016), 수생태계 건강성 조사 및 평가(IX) -금강 대권역-
- 환경부(2017), 제2차 물환경관리 기본계획

Rahman. S. et. al(2011), Vegetative Filter Strips Reduce Feedlot Runoff Pollutants. North Dakota State University.

U.S.EPA(2007), An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs.

라펜트(2015), '2015 서울 보도블록 엑스포' <라펜트 조경뉴스> 5월 7일자 기사자료.
오성덕(2016), 침투저류형 입체보도 시스템 '도심지 빗물' 완벽 관리, <건설기술신문> 8월 10일자 기사자료.

이종수(2017), LID기법 적용한 '물순환 생태도시' 확대, <투데이에너지> 3월 8일자 기사자료.

진해(2013), 진해구 우수기 대비 하천 퇴적물 준설, <신아일보> 6월 17일자 기사자료.

Sediment Removal Solutions of OHIO,

(<https://mucksuckers.com/blog/retention-detention-ponds/>)

남강댐 제1권역 댐상류 하수도시설 통합관리(<http://59.19.214.162/website/>)

농촌진흥청 농사로(<http://www.nongsaro.go.kr/>)

대영 주식회사(<http://www.dvtc.co.kr/>)

법제처 국가법령정보센터(www.law.go.kr)

환경부(<http://me.go.kr>)

환경부 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr/>)

환경부 비점오염원 국내사례(<http://nonpoint.me.go.kr/>)

환경부 수질총량정보시스템(<http://tmdlms.nier.go.kr>)

환경부 지류총량정보시스템(<http://tmdlms.nier.go.kr/TRIB>)



34863 대전광역시 중구 중앙로 85 (선화동)
TEL. 042-530-3500 FAX. 042-530-3508
www.dsi.re.kr

ISBN 979-11-6075-071-3 93530