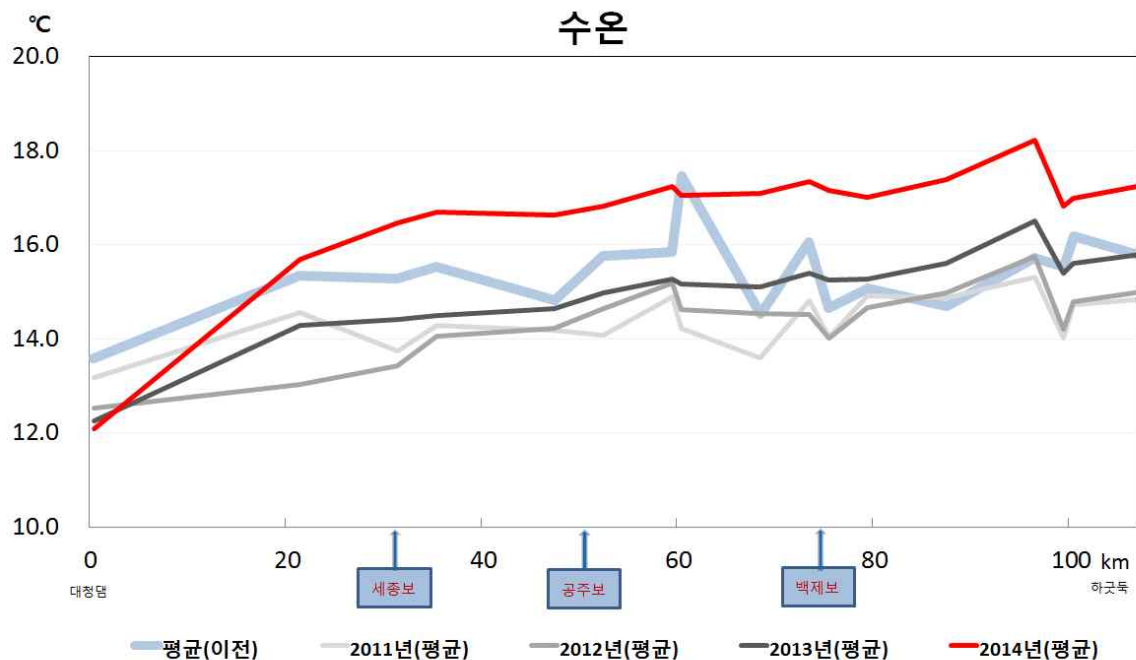


1. 수질 현황 평가

가. 금강 본류 수질 평가

- 금강정비사업 이후 2013년도까지는 사업전과 비교하여 백제보 하류구간을 제외한 대부분의 구간에서 수온이 낮게 관측되었음
- 그러나 2011년부터 지속적으로 증가하기 시작하여 최근 2014년에는 금강정비사업 이전의 수온을 상회하는 수준을 유지하고 있음
- 보의 수위 유지를 위한 담수 영향을 받아 유속이 낮아지고 체류시간이 증가하여 수온이 높아진 것으로 추정됨

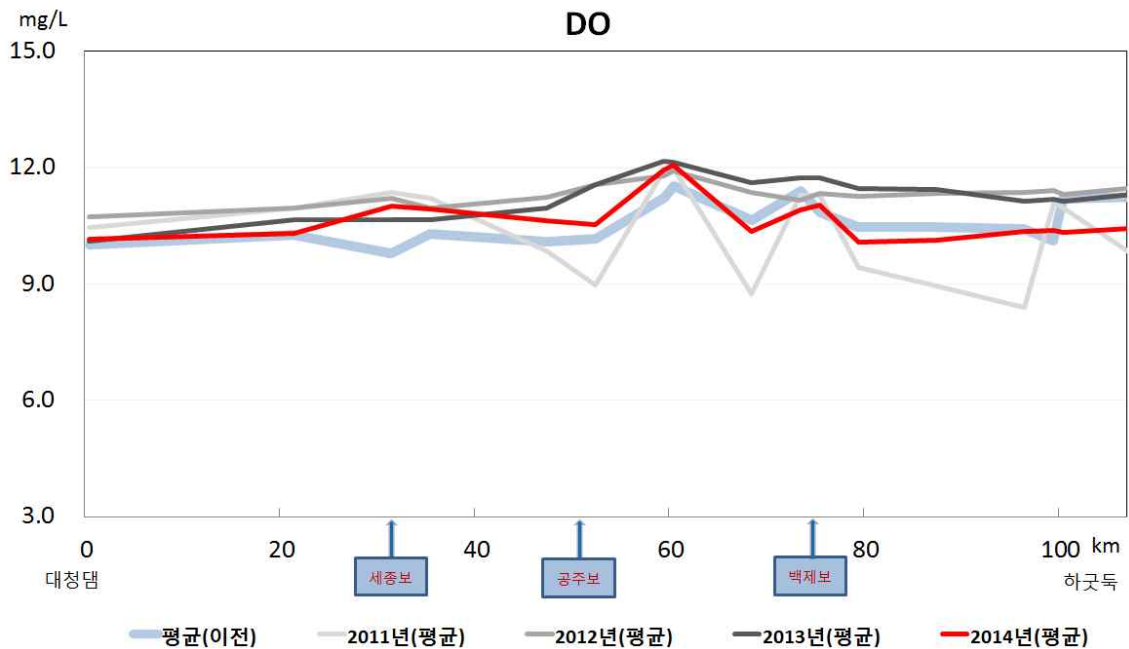


[그림 1] 유하거리에 따른 연도별 하천 수온 변화

[표 1] 유허거리에 따른 수온 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	2014		
금본F			13.6	12.1		대청댐 방류
갑천A	18.0	20.2				
금본G			15.4	15.7		
미호C	16.8	17.6				
연기			15.3	16.5		세종보 상류
금본H			15.5	16.7		세종보 하류
공주1			14.8	16.6		공주보 하류
곰나루			15.8	16.8		
금본I			15.9	17.2		
목면			17.5	17.1		
금본J			16.1	17.3		백제보 하류
정동			14.7	17.2		
부여1			15.1	17.0		
부여2			14.7	17.4		
성동			15.7	18.2		
논산A	16.6	17.4				
강경			15.5	16.8		
금본K			16.2	17.0		
양화-1			15.3	17.6		
금본L			16.3	17.4		

- 사업이 진행중인 2011년 일부 구간에서 DO 농도가 낮은 것으로 관측되었으나, 2012년 이후 회복하였으며, 금강정비사업 이전 수준의 농도를 나타내고 있음
- 대청댐으로부터 청양에 이르는 구간은 사업전보다 높은 수준을 유지하고 있으며, 청양이후 하류 구간에서 과거보다 다소 낮은 수준을 유지하고 있음

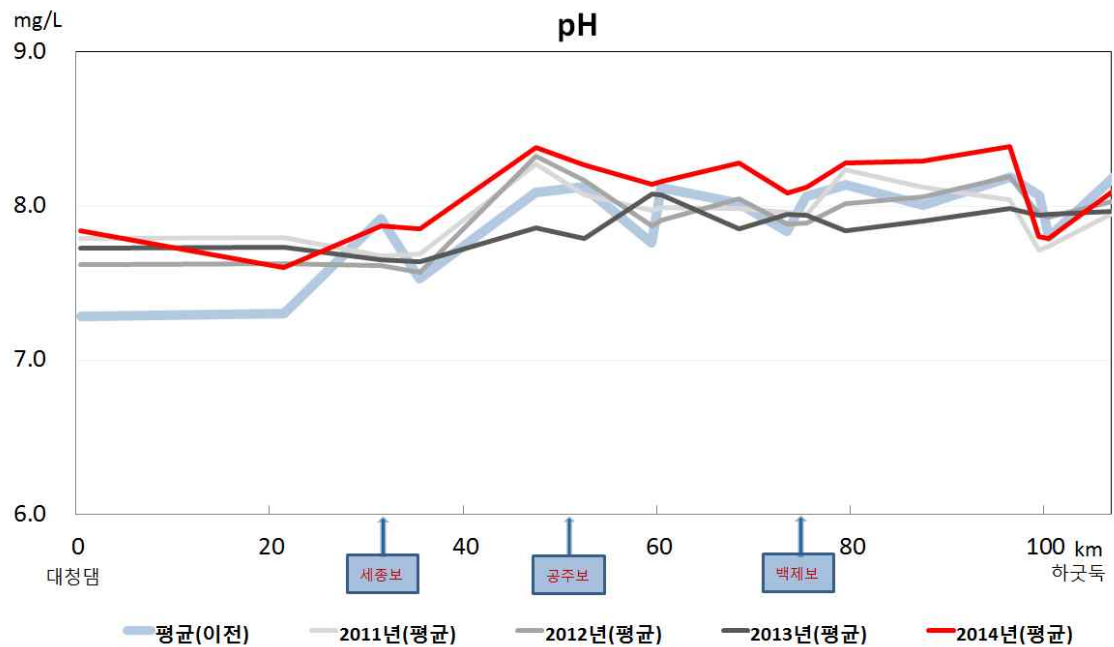


[그림 2] 유하거리에 따른 연도별 DO 농도 변화

[표 2] 유하거리에 따른 DO 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	2014		
금본F			10.0	10.1		대청댐 방류
갑천A	9.2	10.1				
금본G			10.3	10.3		
미호C	9.8	9.4				
연기			9.8	11.0		세종보 상류
금본H			10.3	10.9		세종보 하류
공주1			10.1	10.6		공주보 하류
곰나루			10.2	10.5		
금본I			11.2	11.9		
목면			11.5	12.1		
금본J			11.4	10.9		백제보 하류
정동			10.8	11.0		
부여1			10.5	10.1		
부여2			10.5	10.1		
성동			10.4	10.4		
논산A	10.4	10.0				
강경			10.1	10.4		
금본K			11.2	10.3		
양화-1			11.3	10.6		
금본L			10.9	11.0		

- 금강정비사업 이전 pH는 세종보 이하 하류부에서 7.9~8.2의 범위를 보여주고 있으나, 사업 이후 2013년에는 7.7~8.1로 일부구간에서 낮아진 것으로 나타남
- 그러나 최근 2014년 전구간에 걸쳐 사업전 보다 pH 농도가 증가한 것을 확인할 수 있음

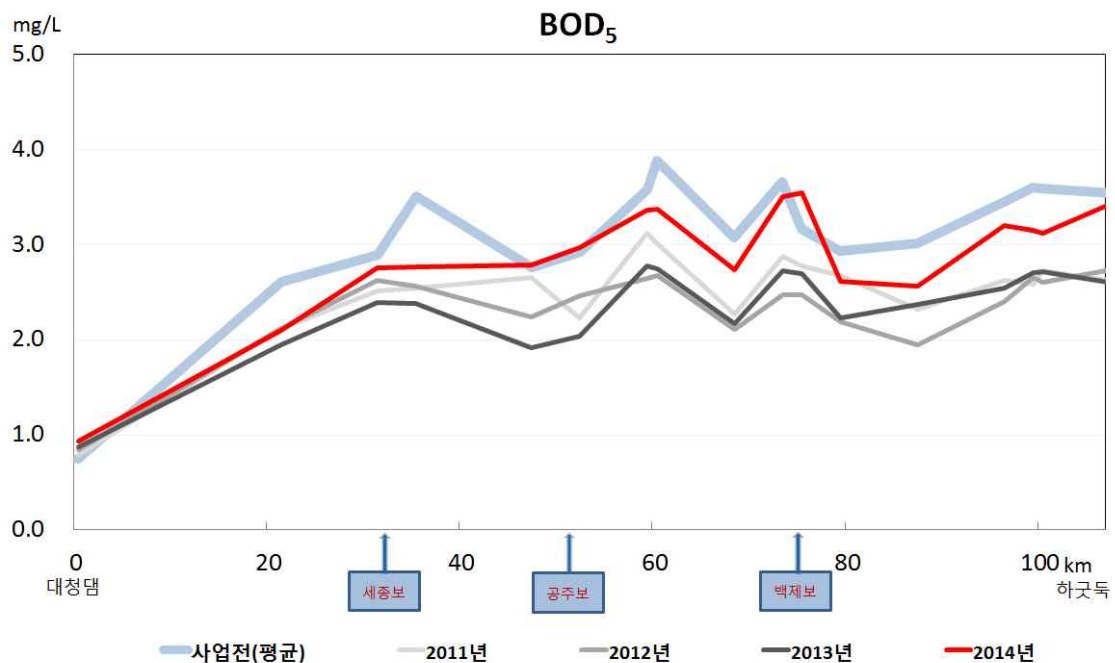


[그림 3] 유하거리에 따른 연도별 pH 변화

[표 3] 유하거리에 따른 pH 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	2014		
금본F			7.3	7.8		대청댐 방류
갑천A	7.4	7.6				
금본G			7.3	7.6		
미호C	7.5	7.9				
연기			7.9	7.9		세종보 상류
금본H			7.5	7.9		세종보 하류
공주1			8.1	8.4		공주보 하류
곰나루			8.1	8.3		
금본I			7.8	8.1		
목면			8.1	8.2		
금본J			7.8	8.1		백제보 하류
정동			8.1	8.1		
부여1			8.1	8.3		
부여2			8.0	8.3		
성동			8.2	8.4		
논산A	7.6	7.8				
강경			8.1	7.8		
금본K			7.8	7.8		
양화-1			8.7	8.5		
금본L			8.0	8.1		

- 금강 본류의 BOD₅농도는 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 자료와 비교한 결과, 사업 이후 대부분의 구간에서 농도가 낮아지고 있는 것으로 평가됨
- 대청호로부터 하굿둑에 이르는 전구간에서 2011년~2013년까지 지속적으로 수질이 낮아지는 현상을 나타냈으나, 최근 2014년 수질이 갑자기 상승하기 시작하였음
- 환경기초시설 방류수질 개선에도 불구하고 과거 수준으로 회귀하는 것은 하천에 새로운 경로의 유기물이 유입되고 있음을 추측할 수 있으며, 현재로써 가장 유력한 유입원은 하상 퇴적물에 축적된 오염원의 내부생산을 고려할 수 있음
- BOD₅ 농도 상승은 세종보, 공주보, 백제보에 가까운 지역에서 두드러지게 나타나고 있음
- 전반적으로 BOD₅ 농도는 금강정비사업 이후 단기간 수질이 개선되었으나, 수질이 다시 높아지고 있는 변화를 보이고 있음

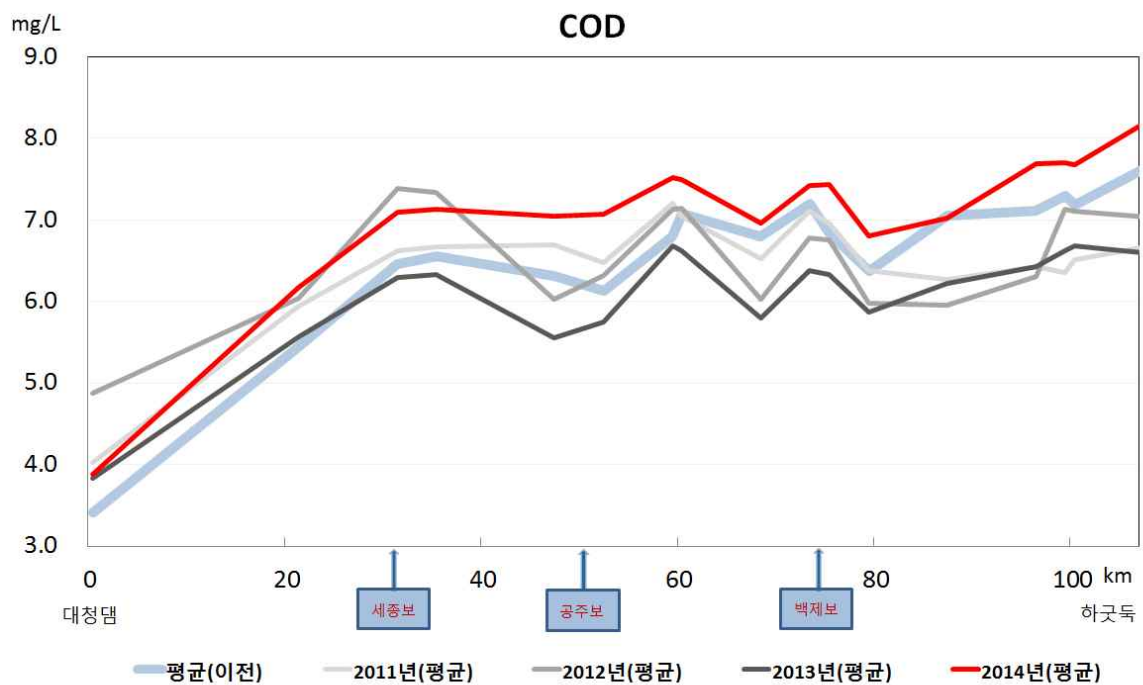


[그림 4] 유하거리에 따른 연도별 평균 수질 변화(BOD₅)

[표 4] 유탄거리에 따른 BOD₅ 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	2014		
금본F			0.7	0.9	128.6%	대청댐 방류
갑천A	6.3	3.6			57.1%	
금본G			2.6	2.1	80.8%	
미호C	5.7	4.5			78.9%	
연기			2.9	2.8	96.6%	세종보 상류
금본H			3.5	2.8	80.0%	세종보 하류
공주1			2.8	2.8	100.0%	공주보 하류
곰나루			2.9	3.0	103.4%	
금본I			3.6	3.4	94.4%	
목면			3.9	3.4	87.2%	
금본J			3.7	2.7	73.0%	백제보 하류
정동			3.2	3.5	109.4%	
부여1			2.9	2.6	89.7%	
부여2			3.0	2.6	86.7%	
성동			3.5	3.2	91.4%	
논산A	3.9	4.0			102.6%	
강경			3.6	3.2	88.9%	
금본K			3.6	3.1	86.1%	
양화-1			3.5	3.8	108.6%	
금본L			3.3	3.1	93.9%	

- 금강 본류의 COD 농도는 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 자료와 비교한 결과, 사업완료 초기 금강정비사업 이전보다 악화된 수질을 나타내고 있음
- 금강정비사업의 막바지 공정이 진행되었던 2011년과 2012년 대청호로부터 청양지역에 이르는 구간이 과거 COD 농도보다 높게 나타났으나, 준공이후 2013년에는 전구간에 걸쳐 수질이 다소 개선된 것으로 관측됨
- 그러나 2014년 최근 사업전의 수질을 초과하는 수준으로 상승하였으며, 동일 유기물 지표인 BOD₅와 유사한 양상을 보이고 있음
- COD는 난분해성 유기물 함량을 나타내는 지표로서 유기물 축적에 따른 영향을 잘 나타내주는 지표임, BOD₅와 비교시 더욱 사업전 보다 더욱 높은 수준을 나타내고 있어 금강 본류 수체에 지속적인 유기물 축적이 진행되고 있음이 추정 가능함

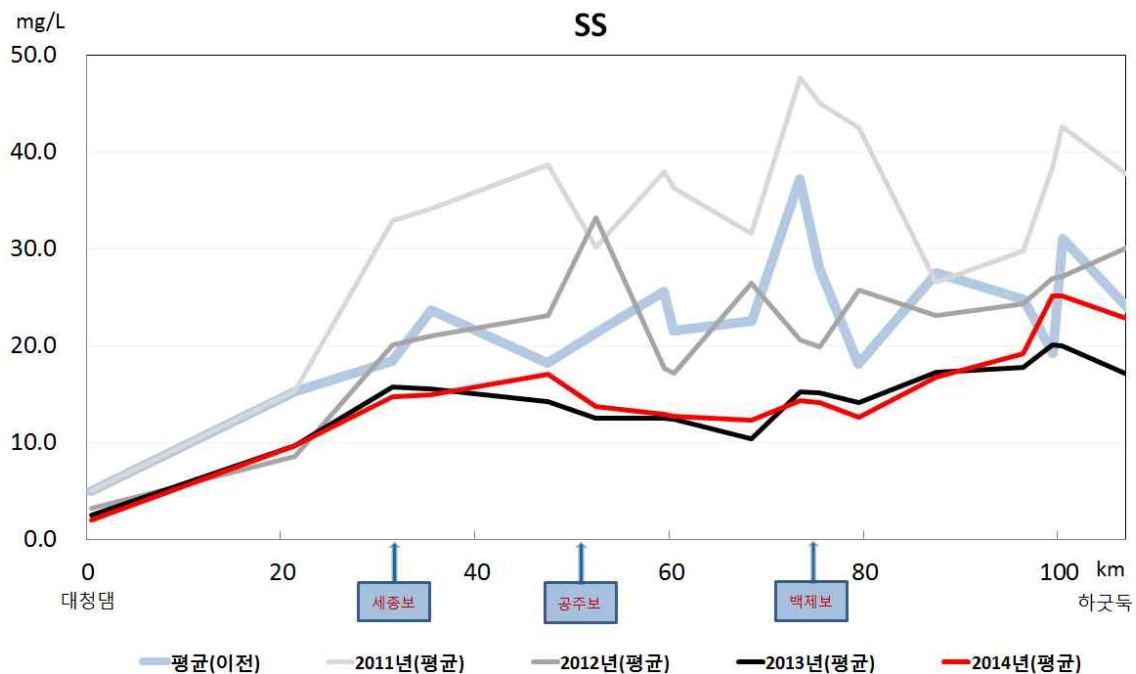


[그림 5] 유하거리에 따른 연도별 평균 수질 변화(COD)

[표 5] 유하거리에 따른 COD_{Mn} 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	2014		
금본F			3.4	3.9	114.7%	대청댐 방류
갑천A	9.6	12.0			125.0%	
금본G			5.4	6.2	114.8%	
미호C	9.3	10.4			111.8%	
연기			6.5	7.1	109.2%	세종보 상류
금본H			6.6	7.1	107.6%	세종보 하류
공주1			6.3	7.1	112.7%	공주보 하류
곰나루			6.1	7.1	116.4%	
금본I			6.8	7.5	110.3%	
목면			7.1	7.5	105.6%	
금본J			7.2	7.4	102.8%	백제보 하류
정동			6.8	7.4	108.8%	
부여1			6.4	6.8	106.3%	
부여2			7.1	7.0	98.6%	
성동			7.1	7.7	108.5%	
논산A	7.5	8.9			118.7%	
강경			7.3	7.7	105.5%	
금본K			7.2	7.7	106.9%	
양화-1			8.1	8.8	108.6%	
금본L			7.3	8.5	116.4%	

- 금강 본류의 SS 농도는 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 자료와 비교한 결과, 준공이전인 2011년도 금강정비사업 이전보다 악화된 수질을 나타내고 있으나, 2012년과 2013년을 지내면서 큰 폭으로 개선되고 있는 것으로 평가되며 지속적으로 유지하여 2014년도 유사한 수준을 나타내고 있음
- 금강정비사업의 준설 및 보 건설 공정이 진행되었던 2011년 대청호로부터 하구호에 이르는 전구간이 과거 SS 농도보다 상당히 높게 나타났으나, 공사중에 발생한 일시적 현상으로 보임
- 사업이 준공된 2012년에는 공주보 인근을 제외한 전구간에서 과거 수준을 나타냈으며, 유속이 낮아지고 부유물질이 감소하는 보의 특성상 2013년 이후 SS 농도가 과거보다 큰 폭으로 개선된 것으로 평가됨

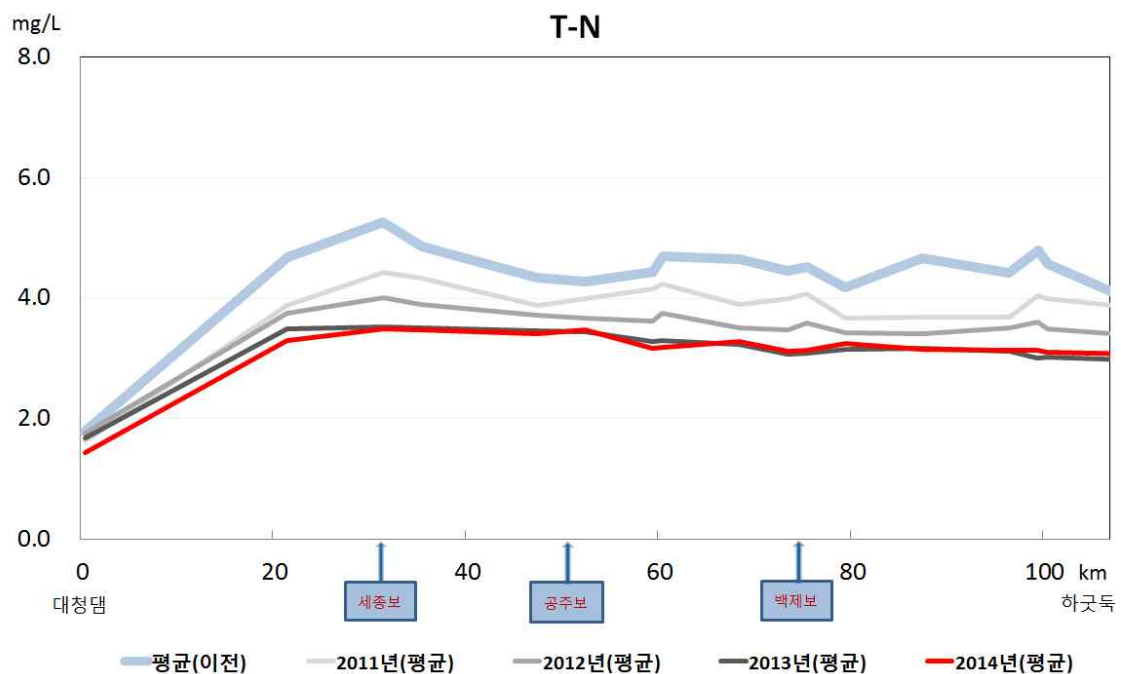


[그림 6] 유하거리에 따른 연도별 평균 수질 변화(SS)

[표 6] 유하거리에 따른 SS 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	이후	이전	2014		
금본F			5.0	2.0	40.0%	대청댐 방류
갑천A	29.9	12.1			40.5%	
금본G			15.3	9.7	63.4%	
미호C	35.1	26.3			74.9%	
연기			18.4	14.8	80.4%	세종보 상류
금본H			23.7	15.0	63.3%	세종보 하류
공주1			18.2	17.1	94.0%	공주보 하류
곰나루			21.4	13.8	64.5%	
금본I			25.6	12.9	50.4%	
목면			21.6	12.8	59.3%	
금본J			37.3	14.3	38.3%	백제보 하류
정동			28.1	14.1	50.2%	
부여1			18.1	12.7	70.2%	
부여2			27.5	16.8	61.1%	
성동			24.8	19.2	77.4%	
논산A	26.7	27.5			103.0%	
강경			19.2	25.2	131.3%	
금본K			31.1	25.2	81.0%	
양화-1			15.1	19.9	131.8%	
금본L			36.3	19.1	52.6%	

- 금강 본류의 T-N 농도는 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 자료와 비교한 결과, 매년 금강정비사업 이전보다 지속적으로 낮아지고 있는 것으로 평가됨, 2011년부터 2013년까지 지속적으로 낮아졌으며, 2014년에는 동일 수준을 유지하고 있는 것으로 관측됨
- 유기물 지표인 BOD₅나 COD와 달리 T-N 농도는 매년 지속적으로 낮아지고 있는 현상을 보이고 있음, 수질개선에 있어 상당히 긍정적인 결과를 나타내는 것으로 평가됨

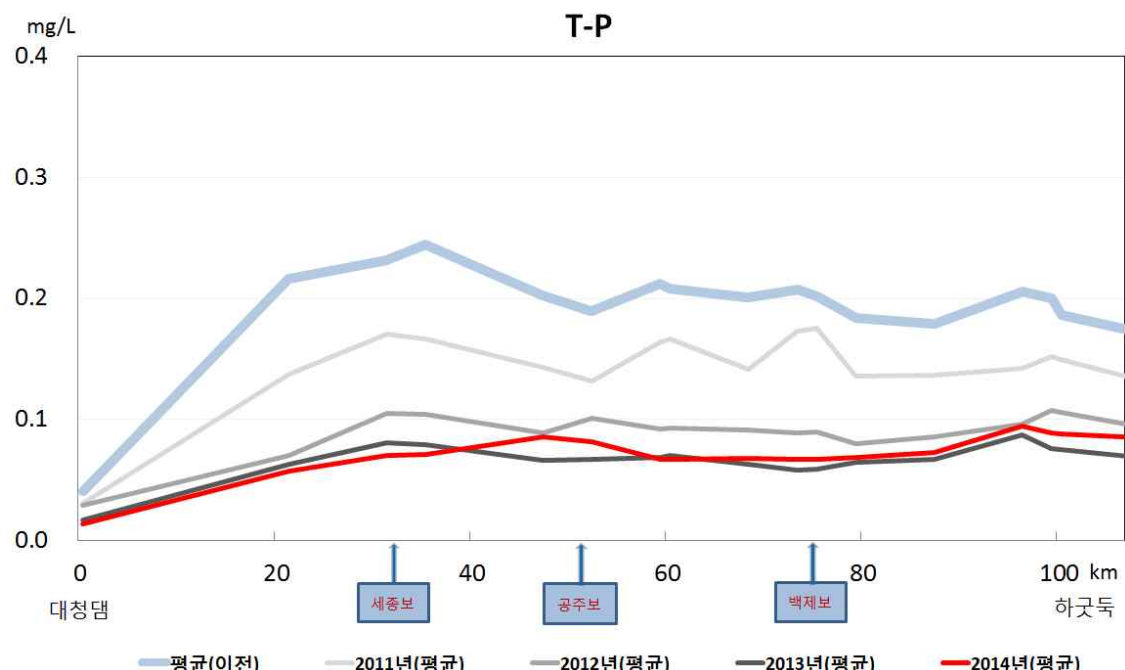


[그림 7] 유하거리에 따른 연도별 평균 수질 변화(T-N)

[표 7] 유효거리에 따른 T-N 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		분류		증감	비고
	이전	2014	이전	2014		
금분F			1.78	1.4	78.7%	대청댐 방류
갑천A	12.1	8.8			72.7%	
금분G			4.67	3.3	70.7%	
미호C	6.5	4.7			72.3%	
연기			5.26	3.5	66.5%	세종보 상류
금분H			4.86	3.5	72.0%	세종보 하류
공주1			4.34	3.4	78.3%	공주보 하류
곰나루			4.27	3.5	82.0%	
금분I			4.44	3.2	72.1%	
목면			4.70	3.2	68.1%	
금분J			4.46	3.1	69.5%	백제보 하류
정동			4.52	3.1	68.6%	
부여1			4.19	3.2	76.4%	
부여2			4.66	3.2	68.7%	
성동			4.43	3.1	70.0%	
논산A	5.4	3.5			64.8%	
강경			4.80	3.1	64.6%	
금분K			4.57	3.1	67.8%	
양화-1			3.53	3.1	87.8%	
금분L			4.05	2.8	69.1%	

- 금강 본류의 T-N 농도는 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 자료와 비교한 결과, 매년 금강정비사업 이전보다 지속적으로 낮아지고 있는 것으로 평가됨, 2011년부터 2013년까지 지속적으로 낮아졌으며, 2014년에는 동일 수준을 유지하고 있는 것으로 관측됨
- 특히 2013년~2014년의 T-P 농도는 금강정비사업 이전 평균 농도의 절반에도 미치지 않고 있어 상당한 개선 효과를 보이고 있는 것으로 나타냄
- T-N와 마찬가지로 유기물 지표인 BOD₅나 COD와 달리 매년 지속적으로 낮아지고 있는 현상을 보이고 있으며, 다양한 수질항목 중에서 가장 큰 수질개선효과를 나타내고 있는 것으로 평가됨

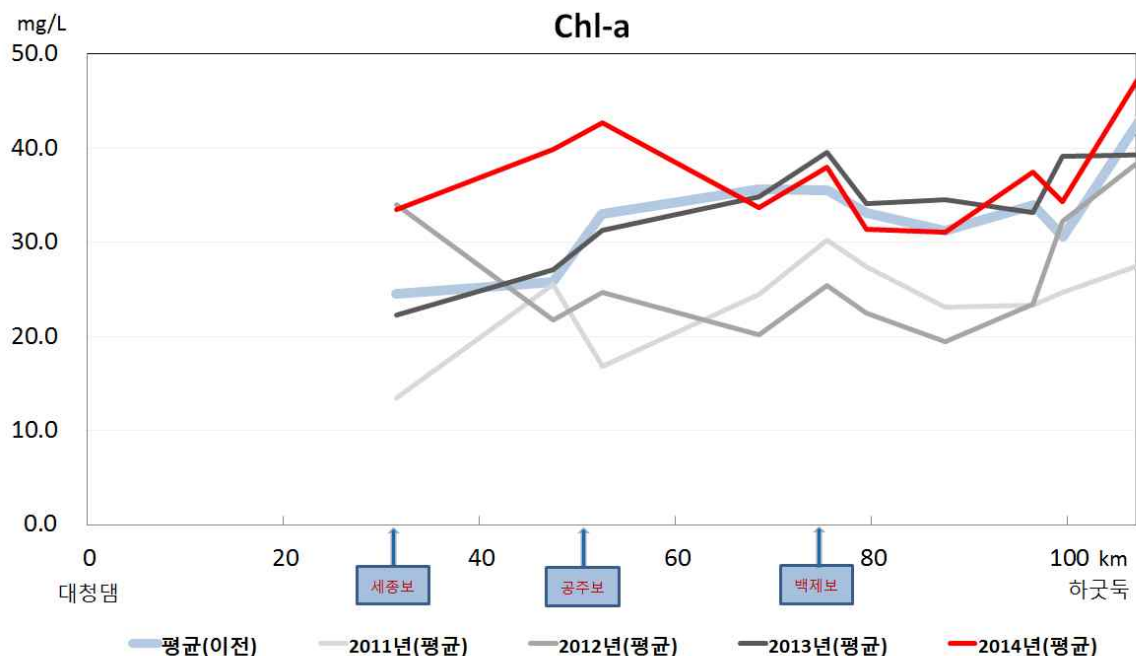


[그림 8] 유하거리에 따른 연도별 평균 수질 변화(T-P)

[표 8] 유효거리에 따른 T-P 농도 사업 전·후 비교

지점명	주요지류		본류		증감	비고
	이전	2014	이전	2014		
금본F			0.041	0.014	34.1%	대청댐 방류
갑천A	0.667	0.128			19.2%	
금본G			0.216	0.058	26.9%	
미호C	0.379	0.114			30.1%	
연기			0.232	0.071	30.6%	세종보 상류
금본H			0.245	0.071	29.0%	세종보 하류
공주1			0.202	0.086	42.6%	공주보 하류
곰나루			0.189	0.082	43.4%	
금본I			0.212	0.067	31.6%	
목면			0.208	0.067	32.2%	
금본J			0.207	0.067	32.4%	백제보 하류
정동			0.201	0.067	33.3%	
부여1			0.184	0.068	37.0%	
부여2			0.179	0.073	40.8%	
성동			0.206	0.094	45.6%	
논산A	0.224	0.145			64.7%	
강경			0.200	0.089	44.5%	
금본K			0.186	0.088	47.3%	
양화-1			0.159	0.083	52.2%	
금본L			0.147	0.064	43.5%	

- 금강 본류의 Chl-a 농도는 금강정비사업 이전인 2003년~2008년의 자료와 비교한 결과, 금강정비사업이 마무리 단계인 2011년과 2012년에는 금강정비사업 이전보다 상당히 낮았으나 2014년 이후 일부구간에서 급격하게 상승하였으며 전반적으로 사업전보다 높은 수준을 유지하고 있는 것으로 관측됨
- 그러나 2013년에는 금강정비사업 이전과 유사한 수준으로 증가하였으며, 2014년에는 세종보~백제보에 이르는 구간이 사업 이전의 수준을 상회하는 악화된 수준을 보여주고 있음
- 공사가 진행중인 2011~2012년간 준설로 인하여 수체에 무기물을 포함한 SS 증가로 조류의 증식에 일시적인 장애요인이 되었으나 준공이후 보의 저수기간이 지속되면서 조류의 성장 조건이 최적화 되었으며, 2011년 이후 Chl-a 농도의 지속적인 상승 현상을 보이고 있음
- 앞서 평가된 T-N, T-P 농도는 급격한 감소를 보이고 있으나, 수온·BOD₅·COD는 최근 상승하는 현상과 연관이 있어 평가하면, 금강본류에서 조류발생 제어를 위한 우선순위는 영양염류가 아닌 수온·유기물·유속·수심 등의 다른 수질관리 항목에서 결정되어야 할 것으로 판단됨



[그림 9] 유하거리에 따른 연도별 평균 수질 변화(Chl-a)

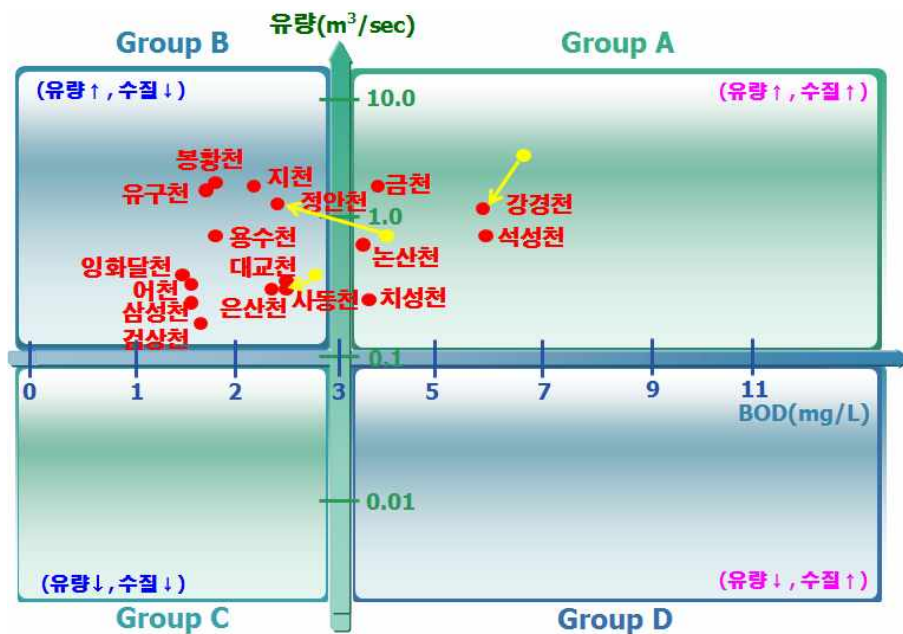
- 금강정비사업에는 수질개선을 위한 공공하수처리시설 방류수질 개선 등의 사업이 포함되어 있음
- 또한 「하수도법」과 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 개정됨에 따라 환경기초시설의 방류수질이 2011년부터 단계적으로 강화되었으며, 이에 따라 모든 환경기초시설의 방류수질이 개선되었음
- 특히, 미호천과 갑천 수계에 위치한 대전광역시와 청주시의 환경기초시설 방류수질이 개선되어 금강수질개선에 가장 큰 효과를 가져옴
- [표 1]은 금강수계 수질오염총량관리 기본계획 수립당시(2008년) 충청북도, 충청남도, 대전광역시의 대청댐 하류에 위치한 환경기초시설의 방류량과 수질이며, 개선 수질은 2012년 강화된 환경기초시설 방류수질을 적용하여 추정한 결과임
- 환경기초시설 방류수질 강화에 따른 유역배출부하량의 추정된 삭감량은 BOD₅ 기준 13,499.9kg/일에서 5,651.9kg/일로 58.1%가 삭감되었으며, 조류 발생의 주요 제어인자인 T-P는 1,496.4kg/일에서 370.4kg/일로 75.3% 정도의 막대한 양의 삭감이 이루어 졌음
- 수질관리 정책에 따라 기 수립된 계획들에 의해 막대한 양의 환경기초시설 방류수질 개선이 광역적으로 이루어졌으므로, 금강 본류의 BOD₅와 T-P의 수질이 확연히 낮아지고 이에 따른 조류 발생이 억제 효과를 기대하는 것은 당연한 결과임

[표 9] 환경기초시설 방류수질 강화에 따른 배출부하량 삭감량

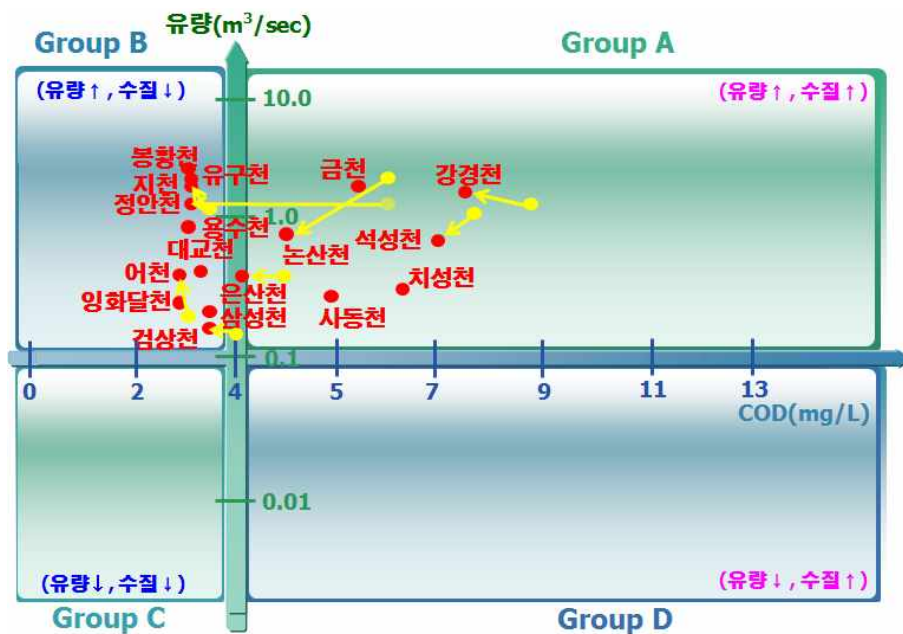
구 분	방류량 및 부하량(kg/일)		
	유량 (m ³ /일)	BOD ₅	T-P
금강정비사업 이전	1,199,410.9	13,499.9	1,496.4
금강정비사업 이후		5,651.9	370.4
삭감량		7,848.0	1,127.4
삭감률		58.1	75.3

나. 지류 하천 수질 평가

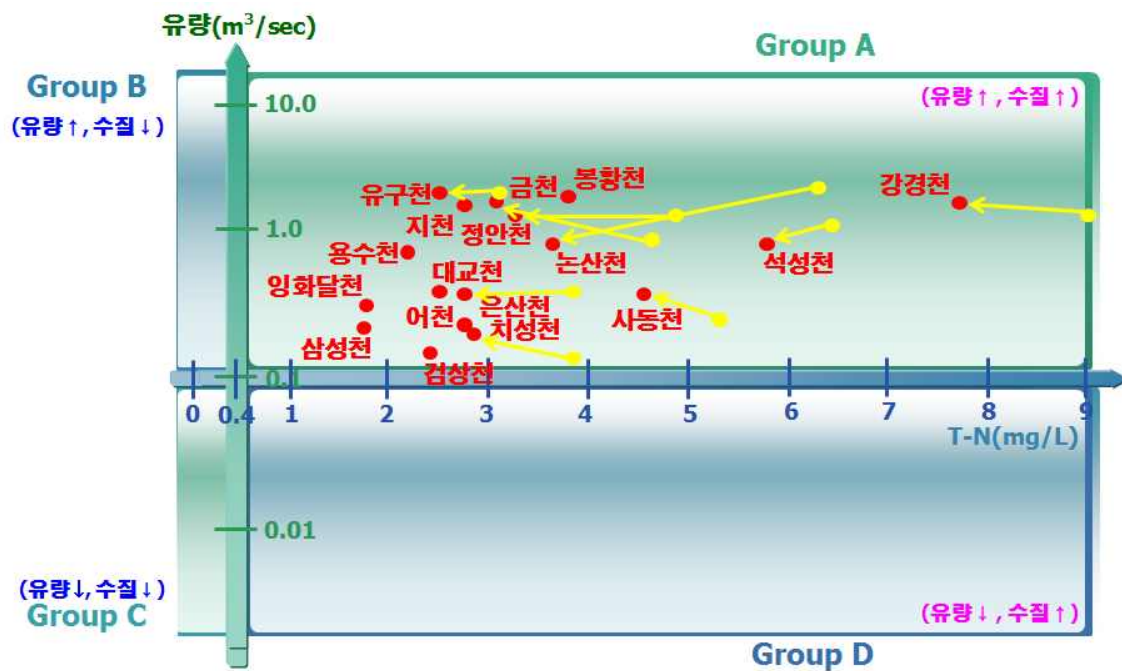
- 논산천, 강경천, 논산천 정안천, 사동천 등의 주요 지류하천에서 환경기초시설
법적방류수질 강화에 따른 영향으로 수질이 개선되고 있음



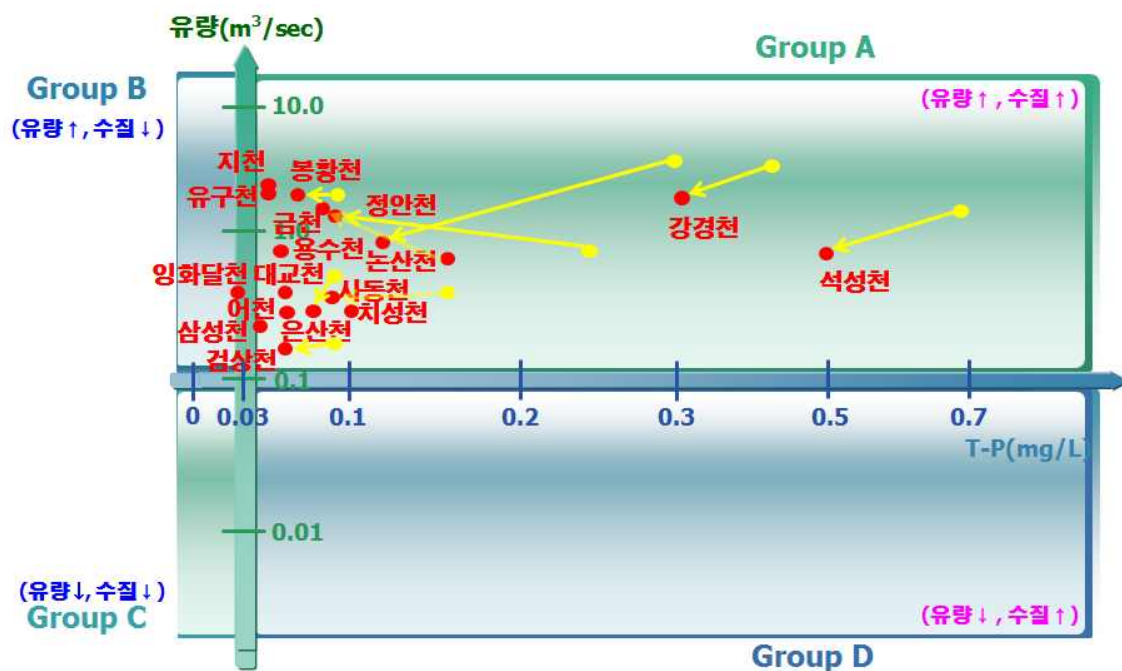
[그림 10] 지류하천의 사업이후 BOD 농도 · 유량 변화



[그림 11] 지류하천의 사업이후 COD 농도 · 유량 변화



[그림 12] 지류하천의 사업이후 T-N 농도 · 유량 변화



[그림 13] 지류하천의 사업이후 T-P 농도 · 유량 변화

2. 수생태 현황 평가

가. 생태계 현황 평가

1) I 구역

- I 구역은 금산군(17.1km)에 해당되며, 비교적 생태환경현황이 타지역에 비해 우수한 편에 해당되는 구간임
- 대산리 지역에 만들어진 하상주차장은 한국타이어의 통근버스가 무단으로 점유사용하면서 세차 등의 문제가 발생하고 있음
- 멸종위기종 두드럭조개 200여 개체를 포획한 주민을 신고하여 금강유역환경청에서 조사를 하였음
- 수통리 지역부터 제원면 천내리에 이르기까지 우안과 좌안 둔치 및 산기슭에 생태계교란종 가시박과 돼지풀 등이 밀생하여 제거 대책과 외래종 유입 차단이 필요함



[그림 14] I구역(금산지역) 조사 결과

2) II구역

- II구역은(12.5km)으로 세종보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당
- 세종보 주변 둔치에 자전거도로는 보수공사 또는 일부 구간 전면 재시공되었음
- 삼성천은 제방과 호안이 쇄굴되어 재정비공사와 함께 금강 둔치도 재시공하였음
- 세종보 상류 전체 구간에 녹조가 발생, 대규모 녹조로 인해 마리나 선착장 바닥은 오염이 심각한 오니가 되어 있고, 강바닥에는 질푸르고 갈색의 저니층이 쌓이고 있음
- 세종보 상류 우안 완곡부에 버드나무가 대규모로 고사하였고, 부레옥잠으로 만들어진 인공수초섬을 띄워놓고 있음
- 큰빛이끼벌레가 마리나 선착장에 붙어 있고, 10월에도 큰빛이끼벌레가 사멸하지 않고 서식중이었음



[그림 15] II구역(세종지역) 조사 결과

3) III구역

- III구역은(35.9km)으로 공주보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨
- 공주보 아래 좌안 호안 철망과 식생 매트가 침식 왜굴되고 유실되어 낮아져 있음
- 공주보 상류 연미산 아래 웅진공원 우안과 좌안 수상공연장 수역에 정수성 식물인 마름이 자리잡고, 청벽대교, 웅진공원 둔치와 연결되는 연미산 방향 등에 환경부가 지정한 생태계교란종 가시박이 관찰
- 어천 합류점 우안 둔치에 비닐을 씌우고 식물식재 작업 중임, 공주시 이인면 운암리 좌안 강변에 사료용 작물을 경작하여 수확하였음
- 목면 신흥리 큰임장골 옆 금강 우안에 불법 낚시 좌대가 설치, 낚시쓰레기와 떡밥등 오염원이 방치됨, 분강나루, 웅진공원 아래 습지, 불티교 아래 등 전구간에서 큰빛이끼벌레가 관찰됨, 불티교 상류에서부터 공주보, 백제보에 이르는 하류 전구간에 걸쳐 녹조가 발생하였음



[그림 16] III구역(공주지역) 조사 결과

4) IV구역

- IV구역은(24.2km)으로 백제보 및 주변지역이 조사 주요 대상지역에 해당됨
- 웅포대교 좌안 상하류 부분에 측방침식 발생함
- 부여 현북리 자전거도로 데크 지지대 밑바닥의 흙이 침식으로 떨어져 나감, 공중에 떠있는 모양으로 붕괴 위험이 높은 상황으로 이후 보수공사가 진행됨
- 개척지구(논산시 성동면 우곡리) 둔치공원 시설물들에 잡풀들이 자라고 있으며 관리가 전혀 이루어지지 않고 있음
- 호암교 교각 및 좌·우안 제방 보수공사 상태 확인, 현재 좌안 제방이 침식으로 사석 유실 확인됨



[그림 17] IV구역(부여·청양지역) 조사 결과

5) V구역

- V구역은(38.3km)으로 금강하굿둑에서 부여 웅포대교 주변지역이 주요 조사대상지역에 해당함
- 주요 금강이 오리, 기러기류의 월동지 역할을 하고는 있으나 금년에도 가창오리가 보이지 않음
- 하굿둑에서 신성리 전구간에 걸쳐 가시박의 서식면적이 점차 하류지역으로 확산되고 있는 것으로 관찰되었으며, 환삼덩굴, 칩의 서식면적이 점차 넓어지고 있는 것으로 조사됨
- 올 해에도 녹조현상이 심각한 수준으로 발생하였다. 특히 단상천, 원산천, 길산천 등 지천과 금강본류가 만나는 합류지점에서의 녹조현상이 심각하였다. 금년에는 전 구간에 걸쳐 녹조 띠가 형성됨
- 망월리와 와초리는 녹비작물 재배를 지속적으로 경작하고 있음 [그림 3-20]



[그림 18] V구역(부여·논산·서천) 조사 결과

나. 조류·어류 서식현황

1) 조류

- 중·상류 지점(세종, 금산지역)
 - 하천정비의 영향도 적어 비교적 자연적인 서식환경을 유지하고 있음
 - 이러한 환경은 월동기 오리류에 비해 백로류 및 할미새류의 먹이터 및 흰뺨검둥오리와 꼬마물떼새 등의 번식지로서 좋은 조건을 지니고 있음
- 하류 지점(공주, 청양, 부여, 서천지역)
 - 수계의 폭이 점차 넓고 수심이 깊어지는 구간으로 겨울철새 월동이 가능
 - 문헌조사 결과, 2010년 이후 관측 개체수가 감소된 것으로 조사되었음
 - 자전거 전용도로, 캠핑장과 같은 레저시설이 설치된 지역은 오리·기러기류 월동에 양향을 주고 있는 것으로 판단
- 천변 공간에 현지 자생 가능한 식생의 관리를 통해 조류의 자연적 은폐 환경을 조성하여 오리·기러기류를 비롯한 금강 수계에 서식하는 조류의 안정적 서식 환경이 조성되어야 할 것임
- 필요에 따라 철새 월동에 관한 안내판 등을 설치하여 인간으로부터 발생하는 소음 및 간섭(사진촬영 및 낚시 등) 등 방해요인을 최소화 하는 방안이 필요함

2) 어류

- 어류상의 변화
 - 금산군 일대의 어류상은 큰 변화가 없었고 보존 상태가 양호함
 - 유구천의 하류는 미호종개의 인공 증식 개체를 방류한 구간으로 이들의 성장과 적응은 잘 이루어지고 있는 것으로 확인되었으나, 유구천 최하류 구간 수심이 급격하게 깊어져 금강 본류 구간으로 미호종개의 확산은 진행되지 않을 것으로 사료됨
 - 지천 하류지역은 부여보의 건설로 인하여 수심이 깊어지고 유속이 느려지며 하상에 펄이 약간 침적되는 서식지의 변화로 인하여 2010년에 다수가 확인된 천연기념물 및 멸종위기야생동·식물 I급인 미호종개의 서식이 2013년에

는 확인되지 않았으나 본 조사에서는 2개체가 채집되었고, 2013년 조사에서 2010년에 비해 급격하게 감소하였던 멸종위기야생동·식물 II급 흰수마자는 본 조사에서 채집되지 않아 이들 종의 서식상황을 주의 깊게 모니터링해야 할 것으로 판단됨

- 금강최상류 구간인 금산군 일대의 어류상은 안정적인 분포를 나타낸 반면, 대형보들을 중심으로 어류상 변화가 진행되고 있는 것으로 판단됨
- 하천 수변부 환경은 일부 공사구간을 제외하고는 서서히 안정화 단계로 접어든 것으로 보여지나, 하천 내부는 아직 안정화 되지 않은 상태로 판단되며, 수심이 깊어지고 정체수역이 증가하면서 지속적인 어류상의 변화가 예상됨
- 법정보호종의 보호 대책
 - 본 조사에서 확인된 법정보호종은 천연기념물 1종, 멸종위기종 5종이 확인되었음, 이 중 멸종위기담수어류 감돌고기, 꾸구리, 돌상어, 통사리 등은 금강의 상류 구간에 서식하며 특별한 오염원 등이 없어 보존에 커다란 문제는 없는 것으로 사료됨
 - 그러나, 금강 본류에 인접한 수역인 유구천의 하류에 서식하는 미호종개와 본 조사에서 채집되지는 않았지만 2013년 확인된 흰수마자의 경우 유구천의 상류에서 유입되는 탁수 및 오염물질 등에 의해 쉽게 절멸할 가능성이 높기 때문에 유구천의 수질 및 오염원에 대한 지속적인 감시가 필요함
 - 생태계교란어종인 배스와 블루길의 2개 지점을 제외한 전 조사지점에서 서식이 확인되었음, 수심이 깊어지고 정체수역이 증가하게 되면 이들 종들의 서식 수역과 개체수가 증가할 것으로 판단되어, 이들에 대한 관리대책을 수립해야 할 것으로 판단됨

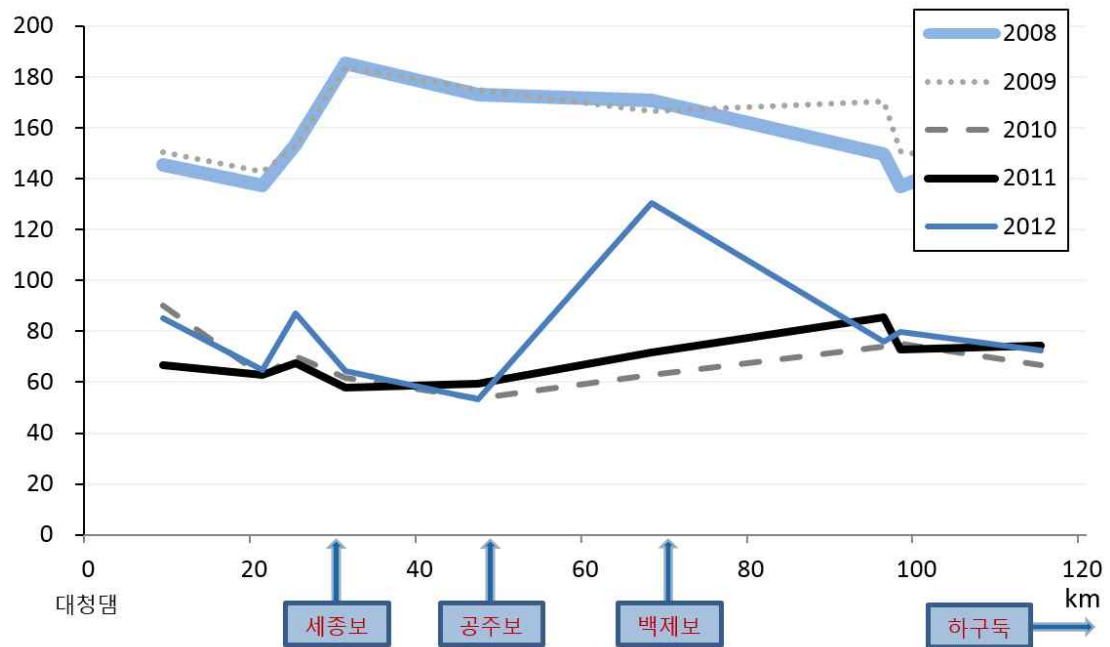
다. 수생태계 건강성

1) 부착조류

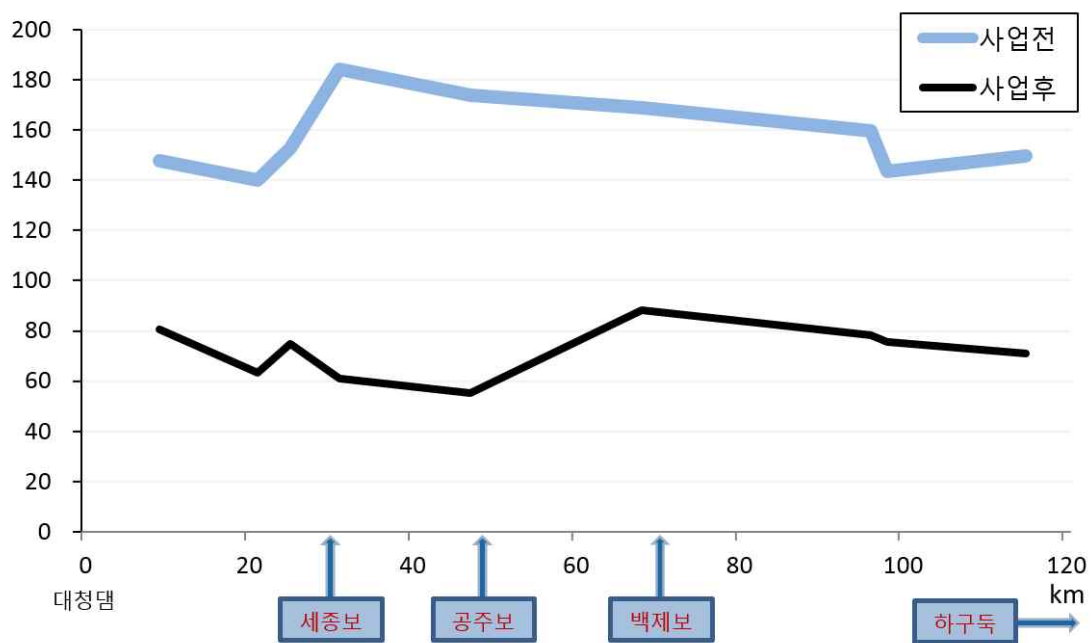
- 9개 주요 구간의 영양염지수 산정 결과 모든 구간에서 2008년과 비교하여 2010년 이후 급격히 영양염지수가 낮아졌으며, 유일하게 금강31 구간에서 2012년 다시 증가한 것으로 나타남
- 9개 구간 모두 감소하는 경향을 나타내고 있어 부착조류의 존재 형태가 영양염이 낮은 것을 대변하고 있음
- 백제보 상류에 위치한 왕진교 인근에 설정된 금강31 구간에서 가장 감소폭이 큰 것으로 나타났으며, 금강 부강면 일대에 설정된 금강28 구간은 변화가 거의 없는 것으로 나타남

[표 10] 9개 구간 관측 조류의 호청수성 및 호오탁성 구분

년도	회차	호청수성종, 유기오염 민감종 (X: Saproxenous)		호오탁성종, 유기오염 내성종 (P: Saprophilous)	
		종수	평균 밀도 (cell/cm ²)	종수	평균 밀도 (cell/cm ²)
2008	1	7.7	50,057	7.3	118,762
2008	2	5.8	33,795	6.7	67,382
2009	1	6.7	39,695	6.0	98,138
2009	2	6.2	49,571	6.2	130,453
2010	1	8.9	59,554	3.7	25,582
2010	2	5.1	20,584	2.7	4,504
2011	1	5.6	73,275	2.5	30,864
2011	2	4.0	77,843	3.3	31,547
2012	1	2.9	11,539	1.5	7,310
2012	2	5.6	77,478	3.1	24,571



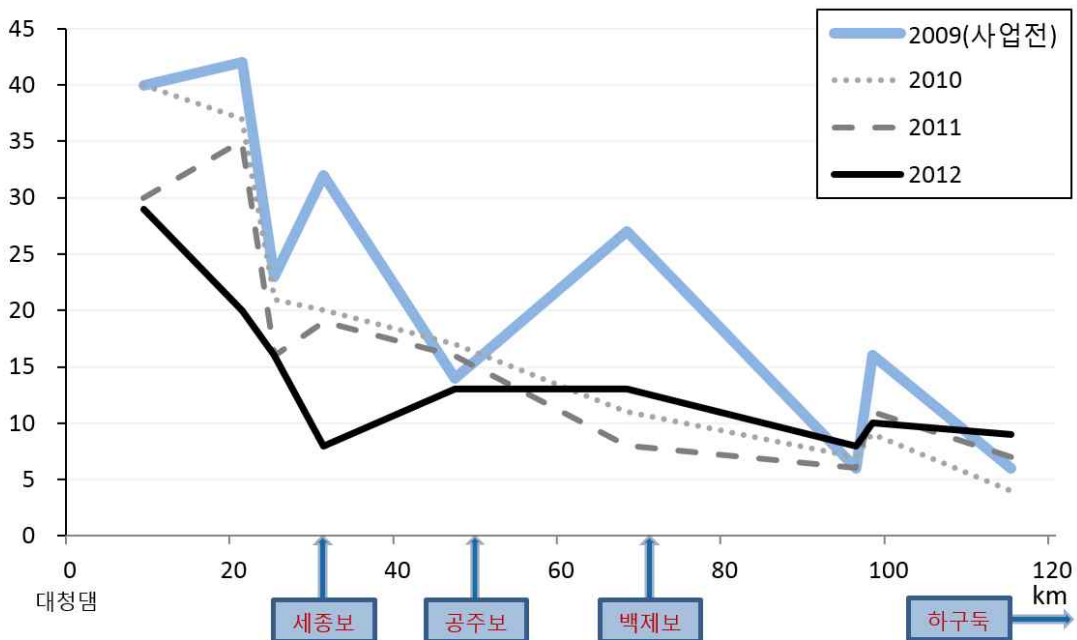
[그림 19] 유하거리에 따른 연도별 TDI 변화



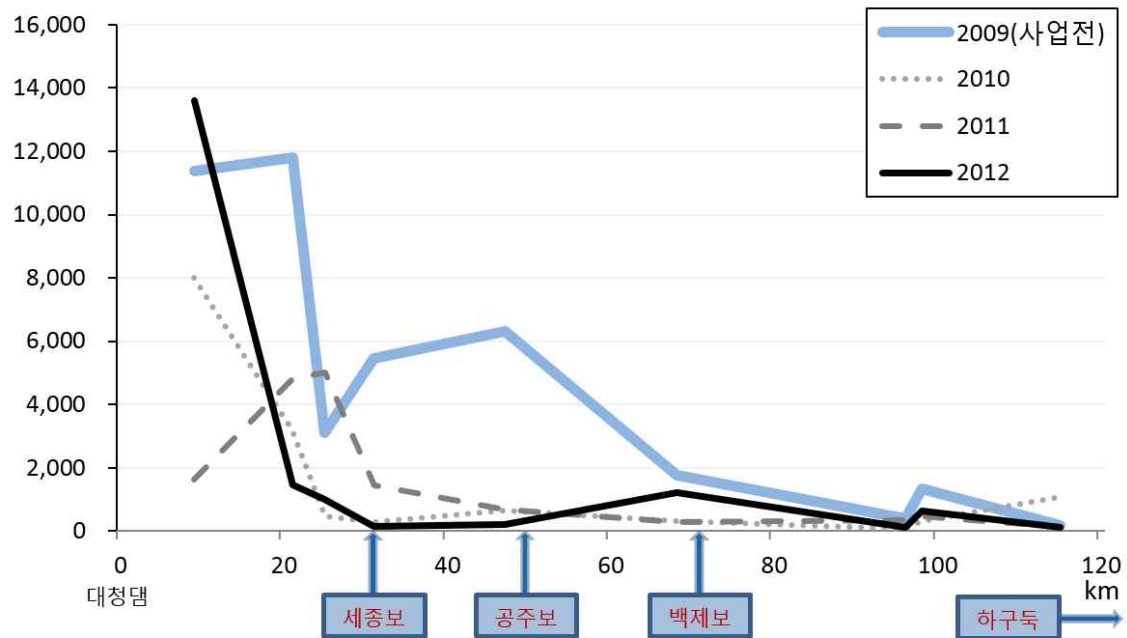
[그림 20] 유하거리에 따른 사업전·후 TDI 변화

2) 저서성 대형 무척추동물

- 관측된 저서성 대형무척추동물의 관측 종 및 개체 수는 모두 급격히 감소한 것을 볼 수 있음
- 관측 종 수 감소 현상은 세종보와 백제보가 설치된 구간에서 급격한 것으로 나타났음, 이러한 감소현상은 2010년 이후 지속적으로 나타났으며, 특히 세종보가 위치한 구간의 경우 매년 지속적인 감소를 보이고 있음
- 사업전과 사업후를 평균하여 비교한 결과, 세종보와 백제보가 위치한 구간에서 큰 감소폭을 나타내고 있음
- 개체 수도 마찬가지로 사업 이후 큰 감소가 있었으며, 감소폭은 백제보 이상의 상류지역에서 크게 나타났음
- 하천환경 변화로 종수의 급격한 감소 지역과 개체 수의 급격한 감소 지역이 일부 상이하게 나타났음
- 이와 같은 저서성 대형무척추동물 종 수와 개체 수 감소는 금강정비사업이 하천에 미치는 충격이 크다는 것을 보여주고 있음



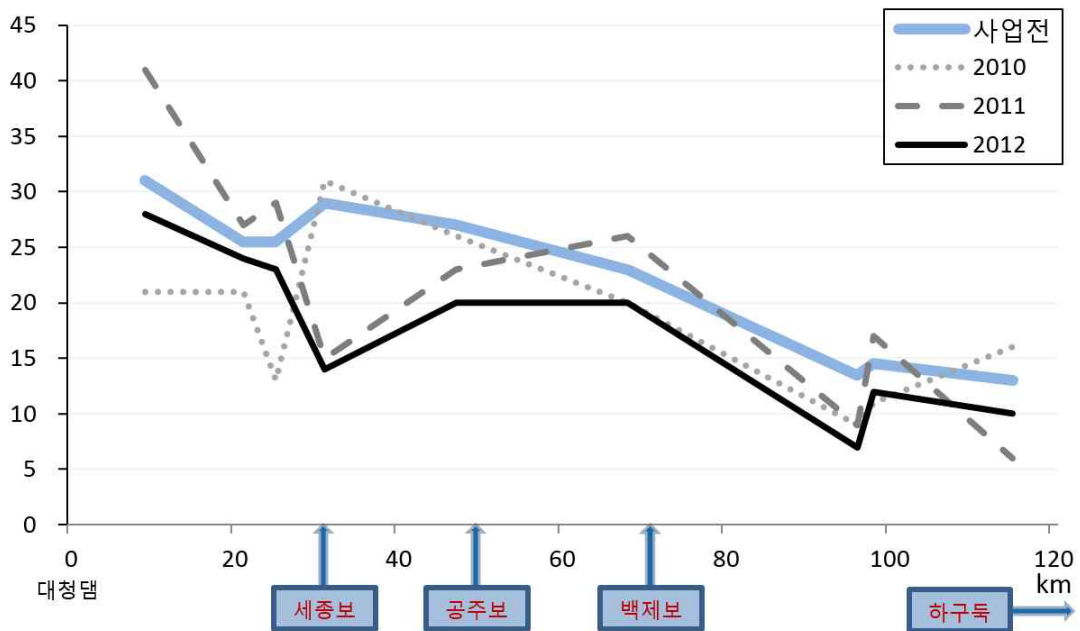
[그림 21] 유하거리에 따른 사업 이후 저서성 대형무척추동물 관측 종 수 변화



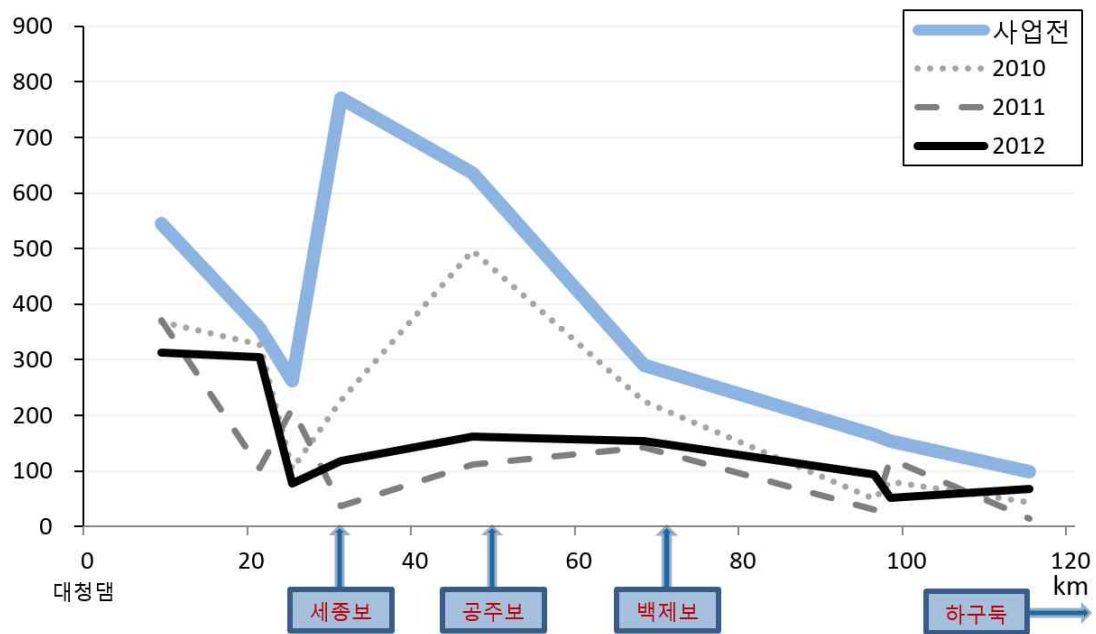
[그림 22] 유하거리에 따른 사업 이후 저서성 대형무척추동물 관측 개체 수 변화

3) 어류

- 유하거리에 따른 어류 관측 결과는 관측 종 수의 감소는 세종보가 위치한 구간에서 2011년 이후 급격하게 감소한 것으로 나타나고 있으며, 타 구간에서도 일부 감소한 것으로 나타나고 있으나, 급격한 감소는 없는 것으로 나타났음
- 사업전과 후를 평균으로 비교한 결과, 세종보 구간과 논산천 합류전 본류구간에서 감소폭이 상대적으로 크게 나타났음
- 관측 개체 수의 감소현상은 종 수의 감소현상과 다른 양상을 나타내고 있음, 전구간에서 개체 수 감소 현상이 큰 폭으로 나타났으며, 특히 세종보, 공주보가 위치한 구간에서는 2010년 이후 감소폭이 심각한 수준으로 나타났음
- 어류의 경우, 금강정비사업 이후 어류 생태계 종 다양성은 일부 감소한 것으로 평가되지만, 전반적인 어류 생태 건강성은 심각하게 훼손된 상태로 볼 수 있음
- 관측 종의 감소가 급격하지 않은 것으로 미루어 보아 아직 과거의 건강한 수생태계 환경으로 복원할 수 있는 잠재능력(Resilience)은 남아있다고 볼 수 있음



[그림 23] 유하거리에 따른 사업전 및 연도별 어류 관측종수 변화



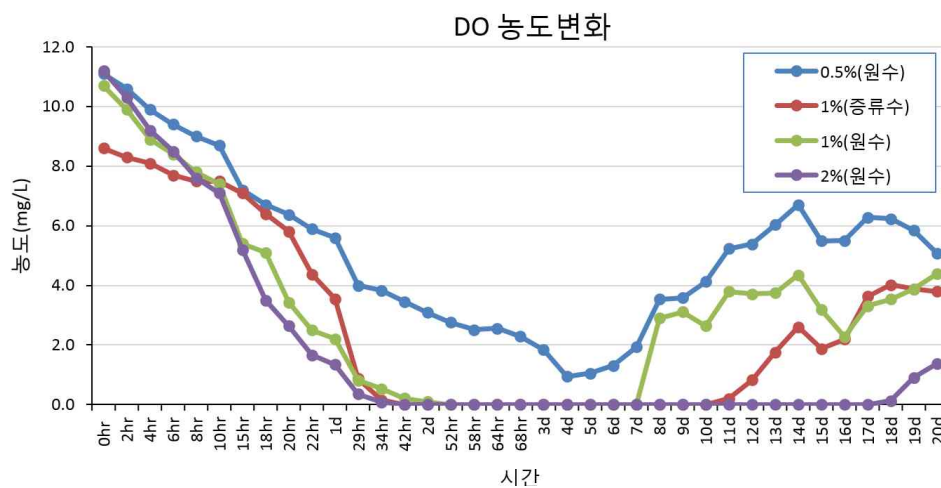
[그림 24] 유하거리에 따른 사업전 및 연도별 어류 관측 개체 수 변화

라. 큰빛이끼벌레 생태특성 및 수환경에 미치는 영향 분석

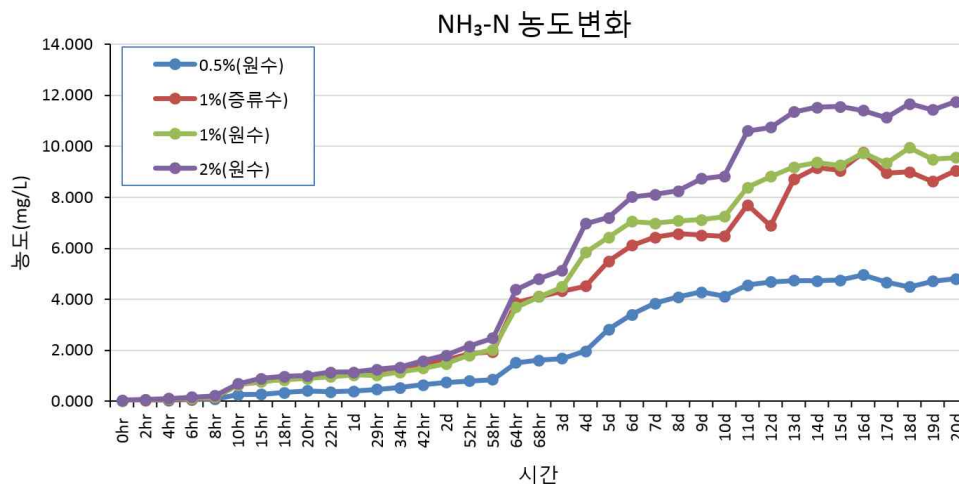
- 본 내용은 충청남도 큰빛이끼벌레 민관공동조사단의 2014년 11월 11일 중간 발표 결과를 재구성하여 수록한 것임
- 큰빛이끼벌레의 모양
 - 큰 돌, 대형구조물, 자갈, 고사목 등에서 주로 발견되는데, 둥근 형태부터 핫도그 모양, 2m까지 구조물을 따라 군체가 커지는 형태 등 매우 다양함. 형태는 부착대상이나 서식환경의 영향을 받는 것으로 보임
- 서식공간
 - 쌍신공원, 대전당진간 고속도로 교각, 불티교, 세종보 상류 마리아 선착장 주변, 부여보 하류에서는 다량 서식하는 것이 특징인데, 크기나 모양은 부착물에 따라 매우 다양
- 큰빛이끼벌레의 금강의 서식패턴
 - 우기 후에 대규모로 서식하던 큰빛이끼벌레가 30여 일간 전혀 발견되지 않은 것을 보면 유속과는 밀접한 관련이 있는 것으로 보임. 10월 16일 발견된 이후 11월 초까지 꾸준히 발견되는 지점들이 있어 수온 16℃ 이하에서도 서식할 가능성 있음
 - 발견수심도 30~100cm 정도까지 다양하여 수심과 큰빛이끼벌레의 서식의 지속적 관찰 필요
- 큰빛이끼벌레 사멸에 따른 영향 분석
 - 3개의 하천원수 반응조에 큰빛이끼벌레 0.5%, 1%, 2%의 함량과, 1개의 증류수 반응조에 큰빛이끼벌레 1%함량의 반응조에서 사멸과 동시에 나타나는 수질 변화 현상 관측
 - 자연 생태계 및 생물에 미치는 생태독성수치는 0으로 나타남
 - 수체 용량의 0.5~2%의 큰빛이끼벌레가 폐사하는 경우를 반응조에서 모의 실험한 결과, 약 2~3일만에 용존산소의 급격한 소모시켜 혐기상태로 변화시키는 것으로 나타났으며, NH₃-N이 크게 증가하는 것으로 확인됨
 - 실험결과는 하천수 순환이 없는 반응조에서 모의한 것으로 상하류 물 순환이 있는 금강의 조건과는 다소 다를 수 있으며, 정체수역에서 큰빛이끼벌레

대량사멸시 용존산소 부족, 암모니아농도 증가를 초래하여 회복기간 동안 수중 동식물 서식환경에 많은 지장을 초래할 수 있음

- 단, 실험결과는 하천수 순환이 없는 반응조에서 모의한 것으로 상하류 물 순환이 있는 금강의 조건과는 다소 다를 수 있음
- 그러나 분명한 것은 정체수역에서 큰빛이끼벌레 대량사멸시 용존산소 급격한 소모, 암모니아농도 증가를 초래하여 회복기간 동안 수중 동식물 서식환경에 많은 지장을 초래할 수 있음



[그림 25] 반응조별 용존산소 농도 변화



[그림 26] 반응조별 암모니아성질소 농도 변화

3. 하상변화 평가

가. 보 상하류부

1) 세종보

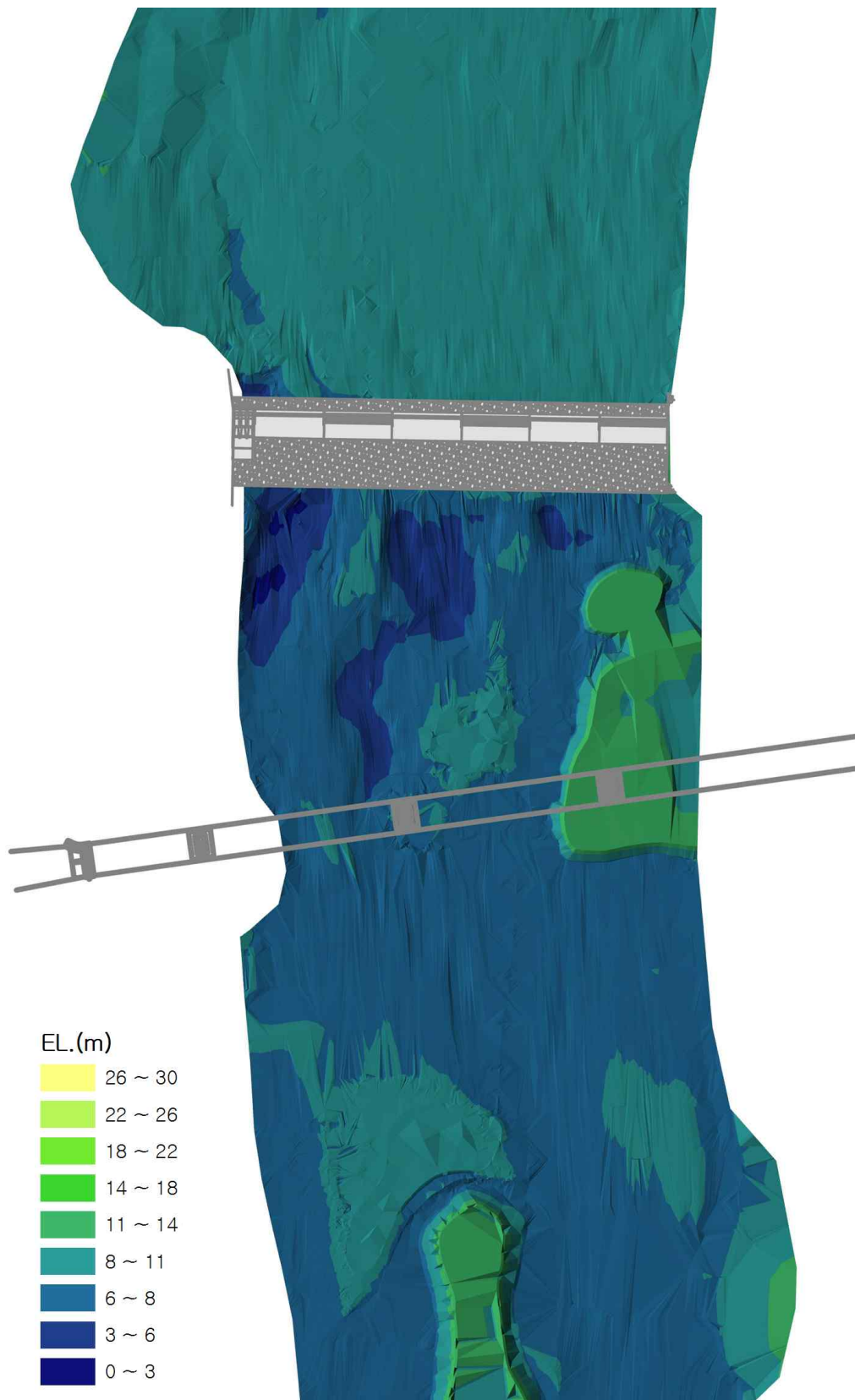
- 세종보의 보 상·하류부 하상에서 침식이 발생하고 있음
- 하류 약 400m까지 침식영향을 미치고 있으며, 약 350m 지점에 위치한 학나래교의 교각이 위치하고 있어 침식 영향을 받을 수 있음
- 저·평수기 환경에서는 하상형태의 급격한 변화가 나타나지 않았음

2) 공주보

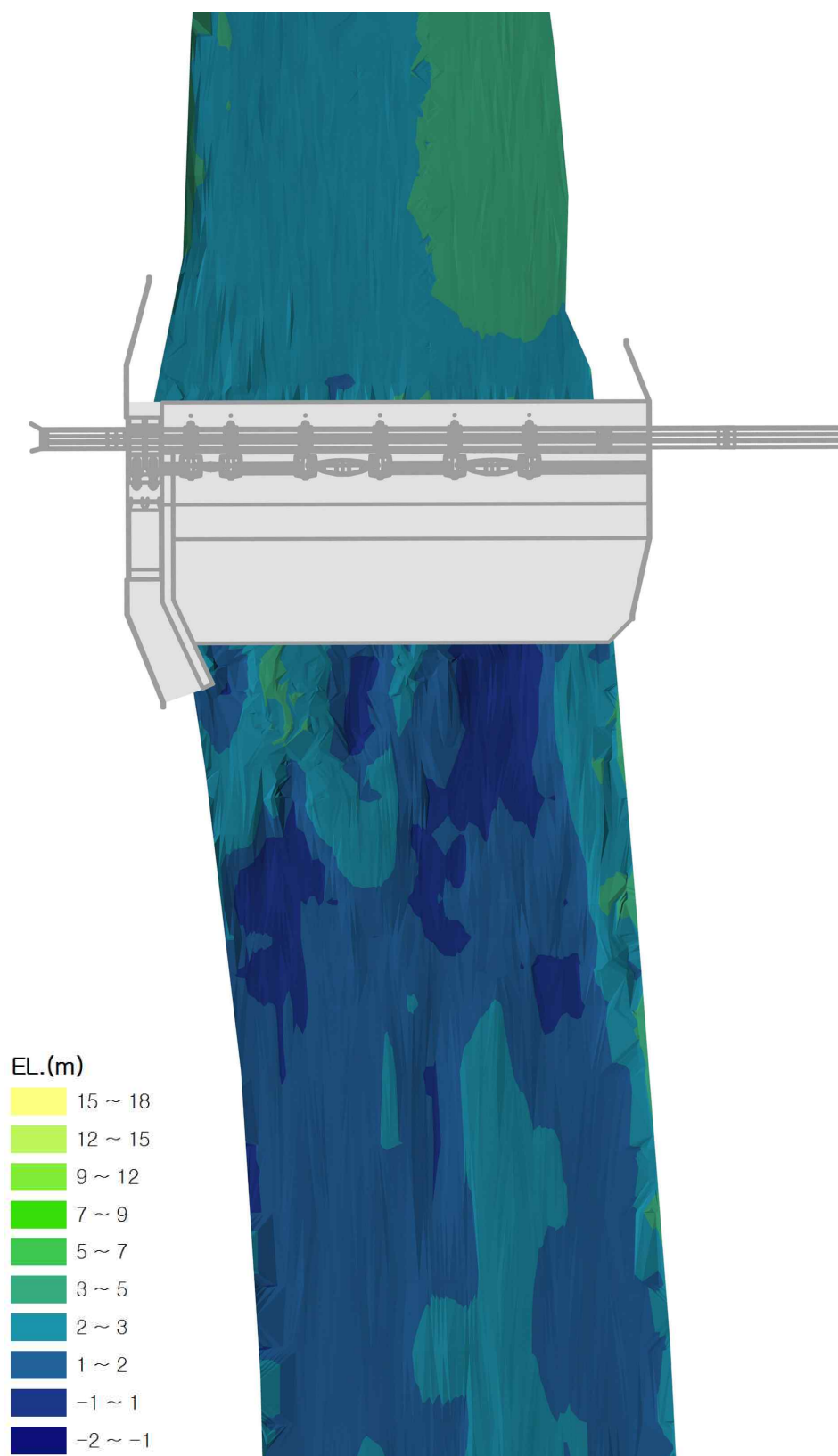
- 공주보의 가동보 하류부는 최대 2m이상의 침식이 발생하였으나 보강 또는 자연 복원이 이루어진 것으로 추정됨
- 하상 침식현상은 하류 약 300m까지 영향을 미치고 있음

3) 백제보

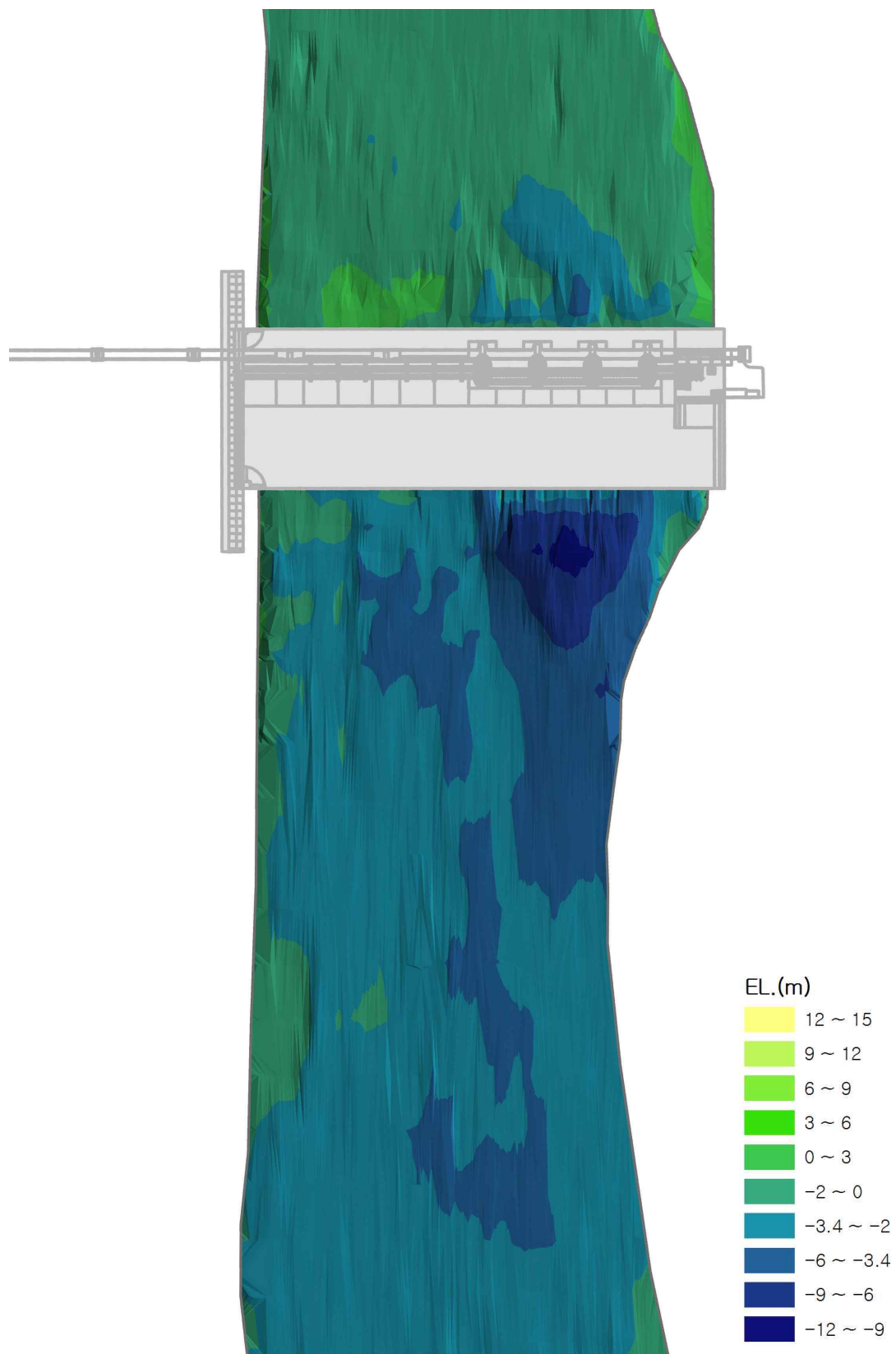
- 백제보 가동보 하류부는 최대 6m이상의 침식이 발생하여 EL. -9.5m로 확인
- 백제보의 경우 EL. -11m 지점의 풍화암과 EL. -14m 지점의 연암을 기초로 설치되었으며, 직하부 충적층이 보 상·하류부의 연계침식 작용으로 지반의 차수능력을 손실하거나 유실될 경우, 구조적인 문제를 야기할 수 있음
- 침식깊이는 악화되지 않았으나, 좌우로 일부 확산되고 있음
- 침식현상은 백제보에서 하류 약 600m까지 영향을 미치고 있음



[그림 27] 세종보 상·하류부 하상 (2014년)



[그림 28] 공주보 상·하류부 하상 2014년 1차



[그림 29] 백제보 상·하류부 하상 2014년 1차

나. 지류하천

- 침식 현상이 주로 발생하는 하천들의 특징은 보의 상·하류 인근에 위치하고 있어 본류의 수위변화에 영향을 많이 받으며, 금강의 우안 쪽에 위치하고 있어 유역면적이 큰 지류하천들로 구분됨
- 백제보 이하 하류 지역은 금강하구둑에 의한 배수영향을 받는 구간으로 금강정비사업에 금강하구둑의 수위조절관련 사업이 없어 수위 변화 영향은 적으나 준설에 의한 하상고 저하에 따른 영향을 받는 일부 하천이 있는 것으로 확인됨



[그림 30] 대교천 역행침식 진행 현황-2 (좌:2013, 우:2014)



[그림 31] 치성천 가마교 상류 서천-공주 고속도로 교각 인근 침식 현황 (좌:2013, 우:2014)



[그림 32] 유구천 침식으로 인한 보 붕괴 유지 현황 (좌:2013, 우:2014)

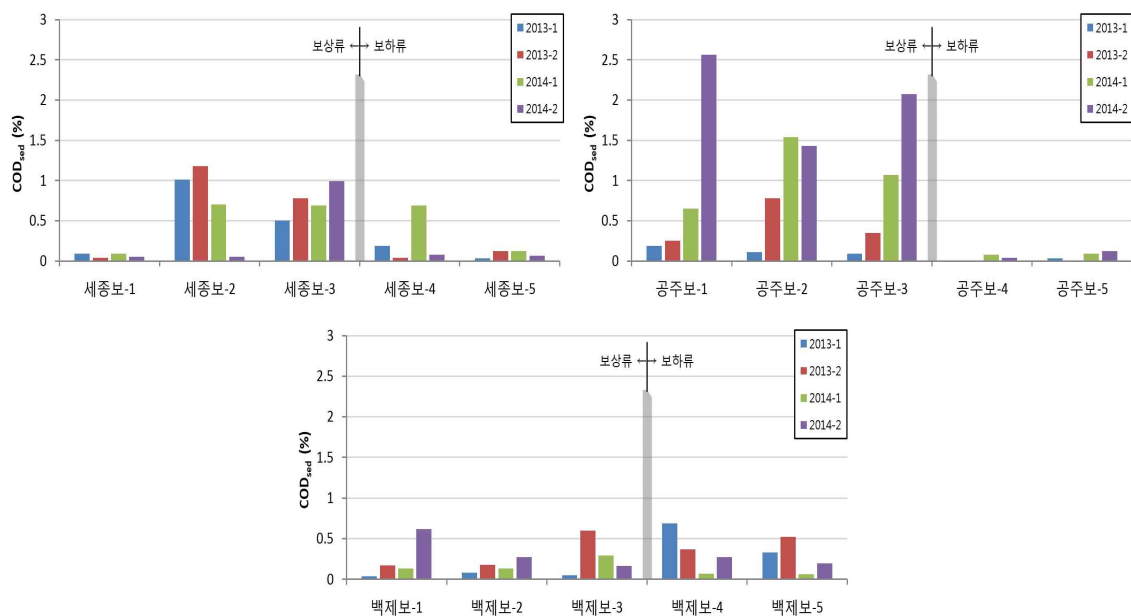
[표 11] 역행침식 조사 지류하천 목록 및 현황

순번 ¹⁾	하천명	유역면적 (km ²)	등급	위치 ²⁾	2013년	2014년
1	미호천	1,855.4	국가	우	안정	안정
2	삼성천	33.8	지방	좌	진행	안정
3	방축천	35.9	지방	우	안정	안정
세종보						
4	용수천	95.3	지방	좌	진행	안정
5	대교천	65.8	지방	우	진행	진행
6	마암천	9.0	지방	좌	안정	안정
7	왕촌천	23.1	지방	좌	안정	안정
8	혈저천	23.4	지방	좌	안정	안정
9	월송천	6.4	지방	우	안정	안정
10	정안천	161.7	지방	우	안정	안정
11	제민천	8.6	지방	좌	안정	안정
12	도천	15.9	지방	우	진행	안정
공주보						
13	유구천	282.6	지방	우	진행	진행
14	보흥천	6.2	지방	우	진행	안정
15	검상천	17.1	지방	좌	안정	안정
16	용성천	39.6	지방	좌	안정	안정
17	어천	35.3	지방	우	진행	안정
18	치성천	43.8	지방	우	진행	진행
19	잉화달천	49.3	지방	우	진행	안정
백제보						
20	지천	250.7	지방	우	진행	진행
21	은산천	64.7	지방	우	안정	안정
22	금천	164.6	지방	우	진행	진행
23	석성천	145.8	지방	좌	안정	안정
24	강경천	124.7	국가	좌	안정	안정
25	논산천	667.2	국가	좌	안정	안정
26	사동천	25.7	지방	우	안정	안정
27	칠산천	43.8	지방	우	안정	안정

1) 금강 상류로부터 순번, 2) 금강 본류 기준 좌안 우안 구분

4. 하상 퇴적물 평가

- 함수율 측정결과, 세종보 16.05~41.93%, 공주보 17.9~59.47%, 백제보 19.39~33.34%로 나타남
- 완전연소가능량 측정결과, 세종보 0.71~4.93%, 공주보 0.57~13.94%, 백제보 0.64~2.14%로 나타남
- COD 농도 측정결과, 세종보 0.05~0.99%, 공주보 0.04~2.56%, 백제보 0.06~0.62%로 나타남
- 총질소 농도 측정결과, 세종보 412~1,228mg/kg, 공주보 530~4,285mg/kg, 백제보 539~1,680 mg/kg로 나타남
- 수용성인 농도 측정결과, 세종보 불검출~9mg/kg, 공주보 불검출~9mg/kg, 백제보 불검출~6mg/kg로 나타남
- 총인 농도 측정결과, 세종보 141~583mg/kg, 공주보 144~1,793mg/kg, 백제보 80~660 mg/kg로 나타남
- 공주보에서 함수율, 완전연소가능량, COD, 총질소, 수용성인, 총인의 수준이 지속적으로 증가하고 있는 것으로 관측됨



[그림 33] 세종보·공주보·백제보의 2013~2014년 COD_{sed} 농도 변화

5. 지하수 수위 현황 평가

- 비교 결과, 공주보와 백제보의 상·하류에서 지하수위 변화 관측
- 공주보 직하류 지역의 수위 하강 현상이 진행되고 있으며, 백제보 상류 지역의 지하수위 상승 현상이 진행되고 있음
- 관측하지 못하고 있는 지역에도 모의결과와 같이 지하수위 변화가 있을 것으로 추정됨
- 지속적인 변화 관측을 위하여 하천변 국가지하수 설치·확대 요구됨

[표 12] 지하수위 변화 관측결과 평가(EL. m)

위치	관측 지점명	사업전	2012	2013	전·후 비교	모의예측	평가
세종보 상류	청원부용(암반)	17.5	17.4	17.3	0.2↓	변화 적음	영향 없음
	청원부용(충적)	17.6	17.3	17.3	0.3↓		
공주보 직하류	공주1(충적)	7.3	6.1	6.1	1.2↓	0~1.9↓	지하수위 변화 확인됨, 추가 변화 예상
백제보 상류	공주탄천(암반)	4.1	4.7	5.3	1.2↑	0~2.4↑	
백제보 하류	부여부여(암반)	7.1	7.1	7.2	0.1↑	0~2.6↓	추가 관측 요구됨
	부여부여(충적)	2.1	2.2	2.1	—		
	부여양화(암반)	2.1	1.9	1.8	0.3↓		

6. 환경영향평가 협의사항 이행현황 평가

가. 1·2·4·5·8공구(서천·익산·장암·부여·대청지구)

◦ 토지이용

- 보의 수문운영에 따른 수위변화로 인해 인공습지 유량이 좌우되는 현상이 발생하여 인공습지의 하천 생태 및 환경기능을 안정적으로 운영하기 어려움
- 인공습지의 생태·환경 기능 확보를 위해 일정 수준의 유량을 지속적으로 확보할 수 있는 방안 마련이 필요하며, 유지관리 차원에서 인공습지의 생태·환경 모니터링 계획 수립 및 시행이 필요함
- 인공습지 주변 금강에 준설선이 방치되어 있어 경관, 육상 및 수생태계에 나쁜 영향을 줄 수 있을 것으로 판단됨

◦ 지형·지질

- 자전거도로가 수변부에 가깝게 데크 형태로 설치되어 있어 주변 생태환경에 영향을 미칠 것으로 판단됨

◦ 동·식물상

- 맹꽂이 보호를 위해 맹꽂이 보전지역을 설정하고 서식지(습지)를 조성하기는 하였으나, 서식지가 부여공공하수처리시설 인근 제방도로에서 가깝게 설치되어 있어 서식환경이 차량 및 사람에 의한 영향을 많이 받을 것으로 예상됨
- 맹꽂이가 서식지 내에 실제 서식하고 있는지 확인이 불가능하기 때문에 생태전문가의 현장조사를 통해 맹꽂이가 보전지역 내에 서식하고 있는지를 확인하는 것이 필요할 것으로 판단됨

◦ 경관

- 자전거도로는 토양의 투수성을 보유할 수 있는 포장재를 사용하여야 하나, 콘크리트와 같은 불투수성 포장재를 사용하였으며, 동일지역 내에서도 자전거도로 포장재의 재질이 다른 경우가 있음
- 자전거도로 바닥면이 부서져 있으나, 재시공이 이루어지지 못하고 그대로 방치되어 있음

나. 3공구(강경지구)

◦ 토지이용

- 세도지구 내 인공시설물의 설치를 최소화하도록 하였으나, 하천 둔치 내 주차장을 포함한 다양한 인공시설물 등이 설치되어 있음

다. 6·7공구(청남·공주지구)

◦ 수질

- 공주보 및 백제보 직상류의 수질관리를 위하여 퇴적토사 등에 대한 결과가 공표(공유)되고 있지 않아 환경영향평가 협의내용과 같이 모니터링이 실시되고 있는지 확인이 불가능함
- 또한, 공주보 및 백제보에 설치되어 있는 수중 폭기시설 및 배사시설이 가동되는 경우를 확인할 수 없음
- 조류 발생과 관련하여 남조류 세포수 항목이 수질모니터링 항목에 포함되어 있는지도 확인이 불가능함

◦ 동·식물상

- 백제보에 설치된 자연형 어도는 보의 운영조건에 따른 수위변화로 인해 어도 내 유량변화가 큰 차이를 보이고 있으므로, 일정한 하천 수위 유지를 통한 안정적인 유량확보로 어도의 생태 및 환경기능을 안정적으로 유지할 수 있도록 노력하여야 함
- 특히, 하천 유량변화(홍수기~갈수기)로 인한 어도 내 유량변화로 인해 어도의 기능이 상실될 우려가 있기 때문에 무엇보다 안정적이고 일정한 유량을 확보하기 위한 방안 마련이 시급히 필요한 것으로 판단됨
- 공주보에 설치되어 있는 아이스하버식 및 자연형 어도 모두 백제보와 마찬가지로 보의 수위조절에 따라 어도의 유량변화가 발생하고 있기 때문에 일정하고 안정적인 유량확보를 위한 대책이 필요함
- 공주보의 자연형 어도는 하천 수위조절에 따라 유량이 증가하는 경우에 어도 내 물의 유속이 빨라 어도의 기능을 유지하기 어려운 경우가 발생할 수

있기 때문에 보의 수위조절을 통해 일정한 유속을 가진 유량을 어도로 공급할 수 있도록 세심한 운영이 요구됨

- 백제보와 공주보에 설치된 자연형 어도에 어도의 효율성 평가를 위한 연구를 위해 공주대학교에서 어류 이동을 조사할 수 있는 장비가 설치되어 운영 중에 있음

◦ 경관

- 친수공간에 설치된 인공시설물이 방치되고 있거나 관리되고 있지 못하여 주변 경관 및 하천 자연경관과 조화를 이루지 못하고 있음

라. 행복지구

◦ 토지이용

- 습지 유지유량 확보가 어려운 경우에는 공공하수처리시설 완공 이후로 습지 조성을 미루도록 하였으나, 공공하수처리시설이 완공되어 있지 않음에도 불구하고 인공습지가 이미 조성되어 있음
- 공공하수처리시설이 설치되어 있지 않아 습지 유지유량으로 인근 하천(연기천)을 활용할 수 있도록 수문을 설치하였으나, 연기천 유량 또한 인공습지를 채울 정도의 유량이 되지 못해 2014년 5월 현장조사 당시 인공습지에 물이 없이 거의 방치되어 있는 실정임
- 습지 조성 이후 수생식물이 사멸기 및 동절기 수질개선대책을 포함한 유지관리대책을 수립하여 시행하도록 하였으나, 인공습지에 물이 없어 수생식물 대신 잡초만 무성한 상태임

◦ 수질

- 세종보 상류 우안지역에 퇴적토사가 쌓여 있으며, 특히 세종보 상류 마리나 선착장 부근 일부 저수구간에는 부유물이 많이 떠 있고 물의 색이 녹색을 띄고 냄새가 나는 등 수질이 좋지 않은 것으로 판단됨

◦ 동·식물상

- 세종보 좌안에 계단식 어도를 지양하고 자연형 인공하도식 어도를 설치하도록 하였으나, 계단식과 수로식을 혼합한 자연수로형태가 설치되어 있음

- 세종보 운영조건에 따른 하천수위 변화로 인해 어도의 기능이 상실되는 경우가 발생하며, 경우에 따라서는 어도 내 유속이 너무 빨라 어류의 이동이 불가능 한 경우가 발생하기 때문에 어도의 안정적인 운영을 위해 일정한 유량을 공급할 수 있는 방안이 마련되어야 함
- 어도의 효율성 평가를 위한 연구를 위해 공주대학교에서 어류 이동을 조사할 수 있는 장비가 설치되어 운영 중에 있음