

2018년 전략과제

금강 중하류의 물환경 변화와 생태복원 정책방안

—금강정비사업 전·후를 중심으로—

이상진 외

연구 요약

1. 시작하며

충청남도가 위치한 금강유역에 4대강 살리기 일환으로 금강정비사업이 추진되었다. 2009년 6월 8일 마스터플랜 발표 이후 약 5개월여 간의 준비기간을 거쳐 공사를 시작했다. 주된 사업은 유량확보, 홍수대책, 수질개선 사업 등과 세종보, 공주보, 백제보 등 3개보를 설치하고, 금강을 따라 자전거도로를 건설하는 사업 등이었다.

그러나 금강정비사업의 추진과정과 공사를 완료한 이후에도 금강 중하류에서 역행침식, 하상세굴, 물고기 집단폐사, 큰빗이끼벌레 창궐, 녹조 대발생, 퇴적토 오염 등 순기능보다 역기능이 지속적으로 나타나고 있다.

한편, 충청남도에서는 이와 같은 중앙정부 주도의 이른바 ‘금강살리기사업’에 대한 인식을 달리하여 사업명칭을 ‘금강정비사업’이라 규정하고 다양한 정책들을 준비하고 시행하였다. 또한 정비사업 초기에 충남지역의 전문가와 시민단체 중심으로 금강정비사업 추진시 많은 문제가 예견되어 논의와 효율적인 의사결정을 위해 ‘4대강(금강)사업 재검토특별위원회’와 ‘금강비전위원회’를 운영하는 등 금강정책과 관련된 다양한 위원회 운영과 지속가능한 금강을 관리하기 위해 금강비전을 수립하고 금강정비사업 전·후를 비교할 수 있도록 금강의 물환경 모니터링 등을 시행하고 있다.

2. 금강정비사업의 주요내용

가. 사업구간 및 사업량

금강정비사업은 금강하상의 모래준설과 3개보(세종보, 공주보, 백제보) 건설이 가장 큰 부분을 차지한다. 세부내용으로 하도정비·준설 및 3개보(0.5억㎡)설치, 농업용저수지 30개 증고(0.6억㎡) 및 양·배수장 설치, 제방보강 71km, 천변 농지를 정리하여 하천의 자정능력을 향상시킨다는 계획이었다. 또한, 강 중심의 지역발전을 위해 친수공간과

다. 도수로 공사

금강정비 사업이후 추가공사가 진행되었다. 당초 4대강살리기사업에 포함되지 않았으나 정비사업 이후 충남서북부 생활용수 공급원인 보령댐(보령호)과 예산과 당진지역의 농업용수 공급지역인 예당호의 수량부족을 이유로 도수로 공사가 시행되었다. 추진당시 공사의 시급성 등으로 사업의 타당성조사 및 환경영향평가 등의 절차가 생략되어 추진되었다.

보령댐 도수로 건설사업은 2015년 9월 24일 국가정책조정회에서 결정하였다. 도수로 공사는 국토교통부로부터 위탁받아 한국수자원공사가 시행하였다. 공급지역은 백제보 하류의 금강분류에서 취수하여 전처리 및 여과과정을 거쳐 보령댐 상류인 반교천에 방류하여 보령호(보령댐)까지 이르게 된다. 시설용량은 11,500m³/일(1.33m³/s)규모이다.

또한, 예산군에 위치한 예당호 도수로 공사는 농림축산식품부로부터 위탁받아 한국농어촌공사가 사업을 시행하여 현재까지 단1회 운영에 불과하다. 공주보 하류의 금강분류를 취수하여 차령산맥의 도수터널을 통과하여 청양군의 차동천 상류에 방류한 후 예당호에 이르게 된다. 시설용량은 217,728m³/일(2.52m³/s) 이다.

3. 금강정비사업 이후에 발생한 주요 문제점

가. 금강 분류 수체 변화

금강 중·하류의 금강 물환경기준은 II등급으로 설정되어 기준은 BOD₅ 3mg/L이하이다. BOD₅ 농도는 준공 초기에는 사업전보다 대부분의 구간에서 낮아졌다. 그러나 점차 세종보, 공주보, 백제보 지역을 중심으로 BOD₅ 농도가 증가하고 있다. 금강 중·하류의 COD_{Mn} 농도기준은 5mg/L이하이다. 농도 변화를 살펴보면, 사업초기에는 농도가 낮아졌으나, 시간이 지날수록 수질농도가 다시 증가하여 사업 전의 수질과 유사한 수준을 보이고 있다.

또한, 보 주변 퇴적물은 세종보, 공주보, 백제보 모두 유속저하에 따른 보 상류 구간에서 오염물질 항목(완전연소가능량, COD_{sed}, T-P)이 퇴적물기준을 위협할 정도로 크게 증가하는 경향을 보이고 있다.

나. 수체의 건강성 변화

금강정비사업이 완공된 후 금강에 물리적으로나 생태적으로 많은 변화가 있었다. 2012년 12월에 공주보와 백제보사이에서 대규모의 물고기집단폐사(약 30만마리)가 일어나기 시작하여 금강하굿둑까지 이어졌다. 또한 여름철에서 가을철까지 넓은 면적에서 금강정비사업 이전에서 볼 수 없었던 녹조현상 해마다 일어나고 있어 수중 생태계의 위험을 알리고 있다. 대규모 녹조로 '녹조라떼'라는 신조어까지 등장하며 해가 지날수록 녹조는 면적과 지속시간이 늘어났고 있으며, 2014~2015년에는 큰빛이끼벌레가 대규모로 출현하였다.

또한, 금강 보 설치 지점 및 그 지류의 빨지점에서 저서성대형무척추동물의 우점종은 수생태 최하등급인 환형동물문의 실지렁이와 파리목의 깔따구류로 강바닥은 유기물로 오염되었음을 알 수 있다.



[그림 4] 금강물고기 집단폐사(좌) 및 큰빛이끼벌레 출현(우)



[그림 5] 백제보 상류(좌)와 백제보 하류(우)의 녹조현상

4. 충청남도의 주요 금강정책 활동

가. 4대강(금강)사업 재검토 특별위원회

금강정비사업이 2009년부터 시행됨에 따라 충청남도는 시행초기부터 민간과 적극적으로 협력정책을 펼쳐갔다. 2010년 7월 28일 충청남도는 전국 최대 현안사항인 4대강 사업에 대한 도민들의 의견을 수렴하고, 쟁점에 대한 실증적인 조사·분석을 통해 발전적인 정책 대안을 제시하고자 종교계 인사 및 금강수계 지역민을 위원으로 참여하는 ‘4대강(금강)사업 재검토 특별위원회’를 구성하였다. 동시에 쟁점 사안을 실증적으로 검증하기 위해 ‘금강살리기 전문가 포럼’을 운영하였다.

나. 금강비전기획위원회 활동

2011년 4월 12일 「충청남도 정책자문위원회 설치 및 운영 조례」 제8조(특별위원회)에 따라 ‘충청남도 금강비전기획위원회’(위원장 허재영)를 구성하였다. 금강비전기획위원회는 충청남도 정책자문위원회 산하 특별위원회로, 집행기능을 맡을 실행기획단 그리고 수자원·수질·생태와 역사·문화재 등 3개 분과와 금강사업 모니터링 분과, 금강하굿둑 분과가 구성되는 등 충청남도가 정부의 4대강 사업 이후 대응방안으로 금강의 지속가능하고 자연친화적인 발전을 위한 실질적인 조직을 구성하였다. ‘4대강(금강)사업 재검토 특별위원회’ 위원들을 중심으로 각계 전문가와 공무원 등 25명이 참여하는 민·관합동위원회로 지속 가능한 금강 발전방안 모색하고 금강사업 모니터링, 금강하굿둑 대책 마련 등 수행하였다.

다. 금강비전 수립

금강비전계획은 2단계로 나뉘어 수립되었다. 1단계는 금강비전기획위원회에서 ‘사람과 자연이 어우러져 풍요로운 금강’이라는 금강비전을 수립하여 선포 하였다. 2단계는 2015년부터 2030년까지 장·단기 실행방안을 제시하는 계획수립으로 금강비전 달성을 위해 ① 홍수와 가뭄 걱정 없는 ‘안전한 금강’, ② 참깨와 종어가 돌아오는 ‘건강한 금강’, ③ 문화의 중심에 서 있는 ‘창조의 금강’, ④ 주민들이 행복한 ‘역동하는 금강’, ⑤ 유역 지자체·주민이 ‘함께하는 금강’으로 5개 분야를 중심으로 실행방안을 마련하였다.

라. 금강 수환경모니터링

금강정비사업이 마무리 단계('09~'12년)에 따라 보 운영에 따른 수질악화 및 주변 생태계 변화를 우려하는 전문가, 시민단체, 유역주민 등의 우려와 금강관련 정책개발과 관리방안 마련을 위한 수환경에 대한 모니터링 필요하게 되었다. '금강비전기획위원회'가 2011년 4월 현실적인 금강비전 마련을 위한 정책개발과 금강정비사업 이후 금강 관리방안 수립을 위해 제안한 금강모니터링 요청을 받아들여 수질, 수생태, 물이용 등 다양한 분야에 대한 금강 정비사업이후 수환경 모니터링 을 2011년부터 2020년까지 시민단체와 공동으로 시행하고 있다.

마. 금강 물고기집단 폐사 민·관 공동조사단 구성운영

2012년 10월 16일부터 10월 30일까지 금강에서는 처음으로 30만 마리 이상의 물고기 사체가 수거되는 물환경 사고가 금강의 백제보 상·하류에서 발생하였다. 당시 환경부는 독극물이나 감염 및 산소부족에 의한 폐사는 아니지만 원인이 불명하다고 발표한바가 있다. 그러나 충청남도는 또 다른 물환경 사고의 예방을 위해서는 원인을 밝혀내는 것이 중요하다는 인식아래 전문가, 환경단체와 공무원 등 총 9명으로 민관합동조사단을 구성하고 조사 및 분석결과 용존산소 결핍에 의해 발생한 사고로 결론지었다.

바. 큰빛이끼벌레 민관 공동조사단 구성·운영

충청남도는 금강에 창궐한 큰빛이끼벌레 출현 대응책 마련을 위한 민·관 공동조사단을 2014년 9월부터 2015년 8월까지 운영하였다. 조사내용은 금강 중·하류지역 서식현황 분포도 및 서식밀도 조사, 큰빛이끼벌레 사멸시 수질에 미치는 영향 분석, 큰빛이끼벌레 서식환경과 금강 수환경의 상관성 분석 및 평가, 큰빛이끼벌레 번성에 따른 하천·호소 피해 현황 분석, 큰빛이끼벌레 발생에 따른 금강 관리방안 마련 등 이었다.

사. 충남의 제안

2016년 9월 26일 중앙정부에 총 9개 분야의 충남의 제안을 발표하였는데 이중 금강과 관련한 제안은 2가지가 포함되어있다. 첫째는 '물 위기 현장에서의 효과적인 대응체계

마련' 들째는 '미래의 새로운 생명공간, 연안·하구 생태복원'의 제안이다.

충청남도는 지방정부도 중앙정부와 유사하게 여러 부서에 물관리 기능 분산되어 있던 조직을 물 자원을 효과적으로 관리하고 물위기에 능동적으로 대응하고자 2011년 「물통합관리규정」 제정하여 물통합관리본부를 구성하여 운영하고 있다. 운영결과와 경험을 바탕으로 물관리기본법 제정을 제안하였는데 주요내용으로 '물 위기 현장에서의 효과적인 대응 체계 마련'과 중앙부처 간 또는 중앙-지방 간 상호협력을 통해 효율적인 물 관리방안을 마련하여 시행할 수 있도록 법 정비 필요하다고 제안하였다.

또한, '연안·하구 생태복원'의 정부 제안이 있었는데 금강호를 포함한 물순환이 차단, 수생태계 단절이 초래되어 수질악화 및 생태적 기능상실로 농업용수 사용이 어렵게 되거나 수산자원고갈 등으로 사회적비용이 심각하기 때문에 역할과 기능이 상실한 담수호를 중심으로 생태복원 사업 추진할 것을 중앙정부에 제안하였다.

2017년 1월 16일에는 충남의 제안 II를 발표하였는데 금강의 유속을 회복할 수 있도록 단혀있는 보를 상시 개방하여 유속을 증가시키고 수질 및 생태계 문제를 개선하는 방안을 제안하였다. 또한 금강의 방치된 친수시설의 재자연화를 통한 하천 생태복원을 제안하였다.

아. 금강권역의 친환경적 발전을 위한 특별위원회 운영

금강의 지속적인 수질악화에 따른 하굿둑 구조개선과 수질정화를 통해 권역 내 삶의 질을 향상함은 물론, 고유 자원 활용하고, 생태·문화자원 발굴·보존하며, 지역발전 전략 수립 등 금강권역의 새로운 발전 기반을 마련하기 위하여 충청남도의회에 금강권역의 친환경적 발전을 위한 특별위원회를 구성하였다. 「지방자치법」 제56조, 「충청남도의회 기본조례」 제31조에 따라 충청남도의회 제306회 임시회 제4차 본회의에서 대부분 금강수계 유역의 지역구를 중심으로 10명의 도의회 의원으로 구성하고 2018년 10월 11일 제1차회의시 오인환 의원을 특별위원회 위원장으로 선임하였다.

특별위원회의 직무범위는 금강하굿둑의 구조개선에 대한 전문가들의 의견 수렴을 통해 정당성 확립 및 구조개선 필요성 촉구하고, 홍수 등 자연재해로부터 안전한 금강을 만드는 활동을 통한 장기적인 대안 제시, 지역 내 고유의 자원 활용과 더불어 금강의 생태문화 자원에 대한 발굴, 보존 등의 체계적인 연구를 통해 미래성장 동력으로 작용할 수 있는

정책 발굴, 일방적인 중앙정부의 주도 사업에 대한 문제제기를 함과 동시에 지방정부 차원의 지역발전 전략을 수립하여 진행할 수 있는 방안 마련 등이다.

5. 맺으며

금강의 미호천이 합류하는 합강지점 부터 금강 하굿둑까지 자연성 유지를 위한 생태복원 노력이 필요하다. 충청남도의 남부지역을 관류하는 금강의 중·하류지역에 대규모 정비 사업으로 인하여 금강 중류부터 금강하류까지 수질적으로나 생태적으로 크게 훼손된 것은 분명한 사실이다. 따라서 금강 중하류의 자연성회복을 위해서는 우선 물리적인 조건변화를 가져온 요인들을 평가하고 회복하여야 한다.

오염된 3개보 주변 금강물과 금강하구호의 수질개선 없이는 자연성회복이 사실상 불가능하다. 이를 위해 금강 중하류에 설치된 3개보(세종보, 공주보, 금강보)와 금강하굿둑에 대한 운영평가를 토대로 인위적인 복원목표를 세우는 것보다 보 운영평가 및 처리계획에 따라 자연스럽게 자연성이 회복되도록 도와주는 정도의 정책이 바람직하다.

금강은 상류뿐만 아니라 중하류지역도 금강물 이용에 대하여 이해관계가 복잡하게 얽혀 있는 지역이다. 그러나 더 이상 물이용 중심정책으로 금강과 금강하구 환경이 훼손되지 않도록 대책을 강화하여야 한다. 상류 하천에서 연안에 이르기까지 건강한 금강관리에 역량을 집결할 수 있도록 하구유역 중심의 통합관리 정책이 추진하기 위한 이해당사자의 협력적인 거버넌스 구축이 필요하다. 더불어 현재 분산되어 있는 관리주체 및 체계를 통합할 수 있는 제도적 장치를 마련하여 금강이라는 공간을 기반으로 하는 주민, 이용자, 경제활동가 등 다양한 이해관계자 간의 조정체계 구축방안이 함께 마련되어야 한다.

목 차

제1장 서론	1
제1절 연구의 배경 및 목적	1
1. 연구배경	1
2. 연구목적	3
제2절 연구의 내용 및 방법	5
1. 주요연구 내용	5
2. 연구방법	6
제2장 4대강 사업과 생태복원 이론	8
제1절 하천의 현황과 기능	8
1. 4대강 하천유역 현황	8
2. 하천의 기능	10
제2절 4대강 사업 추진배경 및 내용	12
1. 4대강 사업 추진배경	12
2. 4대강 사업 추진현황	13
3. 4대강 사업의 주요추진계획	13
제3절 생태복원 이론 및 정책동향	18
1. 생태복원의 이론	18
2. 하천관리 최근 정책동향	28
제4절 연구의 관점 및 기대효과	34
1. 연구의 관점	34
2. 연구의 추진체계	35

3. 연구의 기대효과	36
제3장 금강정비사업과 충청남도 주요 정책활동	37
제1절 금강유역의 일반현황	37
1. 금강유역 현황	37
2. 수계의 구성	38
3. 시설 및 용수이용 현황	40
제2절 금강정비사업 개요	44
1. 금강 정비사업 구간	44
2. 금강 정비사업의 주요내용	45
3. 도수로 공사	51
제3절 금강정비사업 이후에 발생한 주요 문제점	54
1. 금강 본류 수질 변화	54
2. 퇴적토 오염	59
3. 조류발생 현황 평가	65
4. 수체의 건강성 변화	66
5. 지형 및 경관의 변화	73
제4절 충청남도 금강의 주요 정책활동	77
1. 4대강(금강)사업 재검토 특별위원회	77
2. 금강비전기획위원회 활동	77
3. 금강비전 수립	80
4. 금강 수환경모니터링	81
5. 금강 물고기집단 폐사 민·관 공동조사단 구성운영	82
6. 큰빗이끼벌레 민관 공동조사단 구성·운영	85

7. 충남의 제안	86
8. 금강권역의 친환경적 발전을 위한 특별위원회 운영	91
제4장 금강의 자연성회복을 위한 생태복원 정책방안	94
제1절 금강 중·하류의 생태복원 기본원칙 및 과정	94
1. 기본 원칙과 고려사항	94
2. 복원시 평가 항목	96
3. 보 개방 및 철거 등 자연성 회복 과정	98
4. 금강의 하천 구조와 기능이 고려된 생태복원	99
제2절 금강의 중하류 관리를 위한 정책	102
1. 금강의 중하류의 자연성회복을 위한 목표설정	102
2. 금강 3개보 운영현황 평가 및 수변지역관리	103
3. 백제보, 금강하굿둑 연계운영	103
4. 소유역 중심의 통합물관리	104
5. 금강하구 생태복원(해수순환)	105
6. 의사결정 협력시스템 구축	106
제5장 결론 및 정책 제언	108
제1절 요약 및 결론	108
제2절 정책 제언	109
참고 문헌	110

표 목 차

<표 2-1> 우리나라 하천의 개요와 관리현황	9
<표 2-2> 우리나라 5대강 주요현황	9
<표 2-3> 자연환경재생의 개념	20
<표 2-4> 생태관리의 목표수준과 개념	24
<표 3-1> 금강정비사업의 개요 및 예산내역	46
<표 3-2> 세종보 제원	48
<표 3-3> 공주보 제원	49
<표 3-4> 백제보 제원	50
<표 3-5> 깔따구와 실지렁이의 분류군 및 특징	70
<표 3-6> 금강비전기획위원회 위원명단	78
<표 3-7> 금강 물고기집단 폐사 민·관 공동조사단 위원명단	83
<표 3-8> 큰빛이끼벌레 민관 공동조사단 위원명단	85
<표 3-9> 지방정부의 물관리권 확립회의 위원명단	88
<표 3-10> 특별위원회 위원 명단	92
<표 4-1> 유형에 따른 복원성 평가지표	97

그림 목 차

[그림 1-1] 4대강 살리기사업 지역	1
[그림 2-1] 자연환경재생 목표와 수준	19
[그림 2-2] 생태학, 복원생태학, 생태복원의 관계	23
[그림 2-3] 생태적 엃박자와 새로운 생태계(Hobbs et al., 2006)	28
[그림 2-4] 세종시 계획 단계에서의 BGN 적용 개념	29
[그림 2-5] 하천의 시대적 기대 수요 변화	30
[그림 2-6] 생태적 온전성의 주요 요소와 상호 관계	33
[그림 3-1] 금강유역 수계도	38
[그림 3-2] 금강유역 하천 모식도	39
[그림 3-3] 용담댐 전경	41
[그림 3-4] 대청댐 전경	42
[그림 3-5] 대청조정지댐 전경	42
[그림 3-6] 금강 하굿둑 전경	43
[그림 3-7] 금강정비사업 구간	44
[그림 3-8] 금강정비사업에 포함된 3개보의 위치	47
[그림 3-9] 세종보·공주보·백제보의 전경	47
[그림 3-10] 3개보의 유하거리별 하상높이	48
[그림 3-11] 보령댐 도수로 현황도	52
[그림 3-12] 예당호 도수로 현황도	53
[그림 3-13] 금강분류 유하거리에 따른 단계별 평균 BOD ₅ 농도 변화	55
[그림 3-14] 금강분류 유하거리에 따른 단계별 평균 COD _{Mn} 농도변화	56

[그림 3-15] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-N 농도변화	57
[그림 3-16] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-P 농도변화	58
[그림 3-17] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 Chl-a 농도변화	59
[그림 3-18] 퇴적물 오염도 측정위치도	60
[그림 3-19] 3개보 상·하류지점 퇴적도 완전연소가능량 변화	61
[그림 3-20] 3개보 상·하류지점 퇴적도 CODsed 농도 변화	62
[그림 3-21] 3개보 상·하류지점 퇴적도 총질소 농도 변화	63
[그림 3-22] 3개보 상·하류지점 퇴적도 총인 농도 변화	64
[그림 3-23] 연도별 수질예보제의 수질관리단계 발령현황	65
[그림 3-24] 금강에 나타난 현상전경	66
[그림 3-25] 백제보 상류 물고기 사체 및 수거전경	67
[그림 3-26] 공주보 상류지역에서 관측된 큰빛이끼벌레 부유사체	68
[그림 3-27] 군체를 형성한 큰빛이끼벌레	69
[그림 3-28] 금강에서 발견된 붉은색 실지렁이	70
[그림 3-29] 백제보 상류(좌)와 백제보 하류(우)의 녹조현상	71
[그림 3-30] 세굴로 보강공사가 진행 중인 공주보	73
[그림 3-31] 대교천 역행침식 진행 현황(좌:2013, 우:2014)	74
[그림 3-32] 하중도의 변화	74
[그림 3-33] 공주보 인근 사업 전·후의 하상변화	75
[그림 3-34] 세종보(좌) 및 백제보(우)인근 사업 전·후 하상변화	76
[그림 3-35] 금강 비전선언문(좌) 및 금강의 5대 비전(우)	81
[그림 4-1] 하천복원 계획의 과정	95
[그림 4-2] 사후모니터링과 유지관리의 방향	98

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구배경

이명박 후보는 대선당시 공약사업으로 한반도 대운하 추진을 염두에 두고 이른바 '4대강 살리기 사업'을 제안하였다. 대상지역은 한강, 낙동강, 금강, 영산강 등 우리나라 4대강이다. 우리나라 제17대 대통령으로 당선이후 한국형 녹색 뉴딜을 내세워 이름 붙인 '4대강 살리기사업'은 대운하 사업을 제외하여 2008년 12월 29일 낙동강지구 착공식을 시작으로 2012년 4월 22일까지 22조 2천억 원의 예산을 투입해 우리나라 최대의 하천정비 사업을 추진하였다.



(그림 1-1) 4대강 살리기사업 지역

4대강 살리기사업은 ‘강을 준설하고 친환경 보(洑)를 설치해 하천에 저수량을 대폭 늘려서 수자원을 확보하고 하천 생태계를 복원한다는 것’을 주된 사업 명분으로 하였다. 그 밖에 노후 제방 보강, 중소규모 댐 및 홍수 조절지 건설, 하천 주변 자전거길 조성 등을 부수적인 사업으로 추진하는 내용이었다.

사업추진 당시 찬반여론을 조사한 결과 4대강 사업에 대한 반대가 49.9%로 찬성 36.7%보다 13.2% 더 많은 것으로 조사됐다.¹⁾ 4대강 사업 반대운동은 주로 환경단체와 진보성향의 시민단체 그리고 불교와 천주교를 중심으로 광범위하게 이루어졌었다. 반대측 의견은 4대강 보다 지방 중소하천 정비가 더 시급하고, 수질 오염 가중, 홍수예방 불가능, 인공적인 친수공간 조성으로 많은 예산을 낭비한다는 주장이었다. 그러나 4대강사업을 추진해야 한다는 찬성 측 의견은 물부족 해결, 홍수피해 해결, 수질의 향상, 다양한 생태 하천 구역을 조성, 유역주민의 여가문화와 삶의 질 향상, 녹색뉴딜 사업으로 지역경제 활성화 견인, 첨단IT기술을 동원한 체계적인 관리,물관리 글로벌리더로서 국가위상 제고, 일자리 창출과 생산유발 효과, 녹색교통 수단인 자전거 이용 활성화 등이었다.

충청남도가 위치한 금강유역에서도 4대강 살리기 일환으로 금강정비사업이 추진되었다. 2009년 11월 22일 부여읍 구드래 나루터에서 당시 국토해양부장관(현:국토교통부 장관), 충남도지사, 부여군수 등 500여명이 참석한 가운데 ‘금강살리기 희망 선포식’을 가졌다. 2009년 6월 8일 마스터플랜 발표 이후 약 5개월여 간의 준비기간을 거쳐 공사를 시작했다. 주된 사업은 유량확보, 홍수대책, 수질개선 사업 등과 세종보, 공주보, 백제보 등 3개보를 설치하고, 금강을 따라 자전거도로를 건설하는 사업 등이었다.

한편, 충청남도에서는 이와 같은 중앙정부 주도의 이른바 ‘금강살리기사업’에 대한 인식을 달리하여 사업명칭을 ‘금강정비사업’이라 규정하였다. 정비사업 초기에 충남지역의 전문가와 시민단체 중심으로 금강정비사업 추진시 많은 문제가 예견되어 논의와 효율적인 의사결정을 위해 ‘4대강(금강)사업 재검토특별위원회’와 ‘금강비전위원회’를 발족하기에 이르렀다. 4대강(금강)사업 재검토특별위원회에서는 4대강(금강)사업의 문제점을 지적하고 대안을 제시하였으며, 금강비전위원회에서는 지속가능한 금강을 관리하기 위해 금강비전을 수립할 것과 금강정비사업 전·후를 비교할 수 있도록 금강의 물환경 모니터링을 제안하였다.

1) 전국 19세 이상 남녀 700명을 대상으로 전화로 조사했고, 표본오차는 95% 신뢰수준에서 ±3.7%p다.(조사기관 : 리얼미터)

실제로 금강정비사업의 추진과정과 공사를 완료한 이후에도 금강 중하류에서 역행침식, 하상세굴, 물고기 집단폐사, 큰빗이끼벌레 창궐, 녹조 대발생, 퇴적토 오염 등 순기능보다 역^逆기능이 지속적으로 나타나고 있다. 이처럼 금강에 3개의 보가 건설되고 대규모 준설공사가 시행됨에 따라 물환경 및 수생태계 변화가 지속적으로 일어나기 때문에 금강의 물환경 전반에 대한 조사·연구가 필요하였다.

따라서 금강사업의 추진배경과 금강정비사업 추진과정에 나타난 문제점 그리고 충청남도의 대응정책을 체계적으로 정리하고, 금강이 물환경적으로나 생태적으로도 지속가능할 수 있는 금강관리 정책방안 등을 연구할 필요성이 대두되었다.

2. 연구목적

본 연구는 충남지역에서 행해진 금강정비사업 추진과정에서 나타난 여러 가지 문제를 고찰하고 향후 건강한 금강이 될 수 있도록 관리목표를 공유하고 생태복원의 정책방안을 찾고자하는 데 목적이 있다.

이를 위해 첫째, 이명박 정부가 추진했던 4대강사업 추진과정을 정리하고, 둘째 사업의 진행과정에서 나타난 수질오염, 녹조현상, 어류의 집단폐사, 큰빗이끼벌레 창궐, 퇴적토의 오염, 생태적인 문제 등을 다루고자 한다. 셋째, 4대강사업의 일환으로 추진한 금강정비사업의 추진과정에서 충남도의 대응 정책과정을 정리하고자 한다. 그리고 마지막으로 금강 중하류지역에서 나타난 문제점의 해결방안을 모색하고 지속가능한 금강관리를 위한 생태복원 정책방안을 제시하는 것을 연구의 목표로 설정하였다.

충청권의 물자원 활용의 원천지인 금강의 중요성을 고려하여 금강정비사업 추진과정 동안 충청남도가 금강을 위한 각종 위원회 설치와 그간 추진한 금강비전수립과 금강 수^水환경 모니터링의 추진배경과 추진과정 등을 수록하였다. 또한, 금강 중하류지역에서 금강 정비사업 공사과정 및 준공이후 나타난 역기능을 토대로 금강의 지속성을 고려한 정책적 방향을 설정하였다. 한편 보다 더 높은 금강 정책수준의 지속가능한 발전목표에 부합하도록 현재의 실태를 비교분석함으로써 향후 금강의 정책과제를 설정하고 발전전략을 제시하는 것을 연구목표로 하였다.

금강의 지속가능한 정책은 금강유역을 환경·생태적 균형의 범위 안에서 각종 정책이 실현되도록 함으로써 지역민의 생활수준향상과 더불어 공간적으로도 금강과 금강 주변을 생활기반으로 하는 유역민의 건강한 생활터전으로 활용될 수 있는 방향으로 설정되어야 한다. 한편, 연구결과는 충청남도가 금강관리에 대한 중앙정부정책과 연계할 수 있는 정책논리를 마련함과 동시에 유역공간에 대한 중앙부처별 금강유역의 시·군별 분절하여 개별적으로 추진 중인 정책과 제도의 틀을 보완하고, 금강정책의 효율성에 기여할 수 있다고 본다.

따라서 본 연구는 금강 중하류지역에서 금강정비사업 이후 나타난 많은 문제점에 대하여 충청남도가 그간 추진해온 정책들을 기술하고 지속가능한 금강관리를 위한 국가정책의 추진사항을 토대로 금강 중·하류의 생태복원 전략을 제시하는 데 목적이 있다.

제2절 연구의 내용 및 방법

1. 주요연구 내용

제1장은 금강 중·하류 지역의 생태복원 정책을 연구하게 된 배경과 목적, 연구내용, 연구 방법 등을 기술하였다.

제2장은 4대강 사업을 추진하게 된 배경 및 과정을 정리한 후, 강과 하천복원의 이론과 최근 정책동향을 정리하였다. 또한, 4대강 추진과정과 하천복원의 이론을 토대로 본연구의 관점, 연구의 추진체계, 기대효과 등을 정리하였다.

제3장은 금강의 지속가능한 정책방안을 제시하기 위하여 금강의 유역현황을 조사하였다. 금강에 대한 지리적 여건과 수리시설물 현황을 조사하고, 금강 중·하류 유역에서 시행한 정비사업에 대한 현황을 시계열로 정리하였다. 또한, 충남연구원에서 2011년부터 2018년 현재까지 수행 중인 ‘금강 수(水)환경모니터링’ 조사 및 분석결과를 토대로 금강정비사업 이후 나타난 수질 및 퇴적토 오염문제, 녹조발생 등 수체의 건강성 문제 등을 정리하였다. 그리고 충청남도에서 금강과 관련된 주요 정책활동 사항으로 4대강(금강)사업 재검토 특별위원회, 금강비전기획위원회, 금강비전의 수립과정, 금강수환경모니터링 추진과정, 물고기 집단폐사 민·관공동조사 경위, 큰빛이끼벌레 민·관공동조사단 구성운영, 그리고 ‘충남의 제안’으로 시행했던 물 「관리기본법」 안과 「연안하구 복원 및 관리에 관한 특별법」 안의 입법지원 활동 등을 총망라하였다. 뿐만 아니라 4대강 사업으로 훼손된 하천생태계를 복원을 중앙정부에 제안한 과정, 최근에 충청남도 의회 중심으로 금강권역의 친환경적 발전을 위한 특별위원회의 운영계획에 대한 내용을 정리하여 수록하였다.

제4장은 금강의 자연성 회복을 위한 정책방안으로 기본방향은 지속가능한 금강의 관리, 금강의 생태복원으로 설정하였다. 훼손된 금강의 관리정책으로 금강의 중·하류 자연성회복을 위한 목표설정, 금강 3개보 운영현황 평가 및 수변지역관리, 백제보와 금강하굿둑 연계운영, 소유역 중심의 유역통합물관리, 금강하구 생태복원(해수순환), 의사결정 협력시스템 구축 등을 제안하였다.

마지막으로 제5장은 요약과 결론 및 정책제언으로 구성하였다.

2. 연구방법

연구방법으로는 4대강 추진과정을 정리하기 위해 언론, 학회, 행정자료 등을 우선 조사하고 분석하였다. 또한 4대강 사업의 추진과정에서 정리된 각종자료, 현장조사 내용, 강과 하천의 생태복원에 관한 선행이론을 체계적으로 정리하였다. 이를 토대로 향후 지속가능한 금강의 정책방안에 마련하고자 금강유역의 이해관계자를 대상으로 다양한 논의와 연구 심의회를 진행하면서 의견을 수렴하였다.

둘째, 강과 하천의 기능과 역할을 정리한 후 4대강사업의 사업추진 현황과 정책동향의 행정자료를 찾아 정리하였다. 특히, 금강과 관련되어 있는 지역개발, 환경, 관광, 생태 등은 각종 연구보고서를 집중적으로 조사한 후 정책적 시사점을 도출하였다.

셋째, 금강정비사업과 관련한 충청남도 대응현황을 조사하여 순차적으로 정리하고, 금강의 현황과 여건을 조사하였다. 금강의 일반현황에는 지리적 여건 및 시설물 현황, 물자원 및 이용현황, 치수 및 물환경 현황을 조사 분석하였다. 특히 충청남도 금강유역과 관련한 각종 계획수립 및 집행, 이수·치수·환경의 관리를 정리한 후, 금강정비 사업이후에 나타난 역행침식, 수질오염, 물고기 집단폐사, 큰빗이끼벌레 창궐, 녹조현상, 퇴적물오염, 저서생물 변화 등 충청남도와 충남연구원에서 수행한 연구사업과 환경부 발표자료 및 국립환경과학원에서 조사한 원자료를 수집하여 분석하였다.

넷째, 금강 복원의 기본방향과 정책방안은 그간 연구자의 발표내용을 기반으로 전문가, 시민단체, 공무원 등으로 구성된 통합물관리포럼 금강유역분과²⁾에서 제시된 여러 가지 의견과 연구결과 등을 고려하였다.

연구의 주요 일련과정은 다음과 같다.

○ 국내외 사례 검토 및 연구내용

- 관련이론 : 강과 하천의 이론(기능과 역할)을 조사한 후 정책적 시사점을 도출
- 4대강 사업 : 국내·외 주요 보고서에 대한 문헌조사 및 사례조사

2) 통합물관리포럼 금강유역분과(공동위원장 : 충남연구원 이상진, 금강유역환경청장 김동진)는 2018년 3월부터 2018년 12월까지 학계, 시민, 행정가 등 총 27명으로 구성되어 운영하였다.

○ 연구진회의 및 워크숍 개최

- 과제 제안 및 연구 설계 회의(6월)
- 착수연구 심의회(7월)
 - 연구자, 심의위원, 전문가 등
 - 연구배경 및 목적, 연구방법, 주요연구 내용, 연구일정 등
- 금강 및 금강의 관리방안 워크숍(6~10월)
- 연구진 회의 개최(9월)
 - 전략과제 분야별 연구자, 충청남도 관계자 등
 - 연구방향 재정립을 위한 연구진회의
- 최종 연구심의회 개최(11월)
 - 연구자, 심의위원, 전문가 등
 - 금강의 현황, 한계와 여건, 분야별 정책방안 등

제2장 4대강 사업과 생태복원 이론

제1절 하천의 현황과 기능

1. 4대강 하천유역 현황

하천은 '육지 표면에서 일정한 물길을 따라 흐르는 큰 물줄기'로 강을 포함한 일정한 유로를 가지는 유수의 계통을 말한다. 우리나라에서는 일반적으로 큰 하천을 강, 그 외 것을 하천이라 일컫는다. 지표면에 내린 비나 눈은 일부는 지표면이나 수면에서 증발하고, 일부는 식물체를 거쳐 증산(蒸散)하여 대기 중에 되돌아가고, 일부는 지하수가 된다. 그 나머지는 지표수가 되어 항상 낮은 곳을 향해서 흐르는데, 지표수는 사면(斜面)에서 최대경사의 방향을 따라 흐르므로 자연 그 흐름의 길이 생기게 된다. 이 유수의 통로가 되는 좁고 긴 요지(凹地)를 하도(河道)라 하고 하도에서의 물의 흐름을 하류(河流)라고 하며, 하도와 하류를 합쳐서 하천이라고 부른다.

하천관리는 '하천법'에 근거를 두고 관리하고 있으며, 하천은 규모와 기능에 따라 국가 하천과 지방하천으로 구분한다. 국토보전 상 또는 국민 경제상 중요한 경우 국가하천으로 지정되어 국토교통부장관이 관리하며, 지방하천은 지방의 공공이해와 밀접한 관계가 있는 하천으로 그 관할 구역의 시도지사가 관리한다.

우리나라 법정하천은 국가하천 63개소, 지방하천 3,772개소로 총 3,835개 있으며, 총 연장은 29,783km에 이른다. 국가 및 지방하천의 경우 유역면적 분포를 보면, 유역면적 50km² 이하 85%, 유역면적 100km² 이상 8%, 200km² 이상 4%, 유역면적 500km² 이상 1.6%, 1,000km² 이상 0.8%로 대부분 하천의 유역면적이 50km² 이하이다.

〈표 2-1〉 우리나라 하천의 개요와 관리현황

구 분	개 소 수	연장(km)	관리자
국가하천	61	3001.66	국토교통부장관
지방하천	3,771	26,781.37	시·도지사
합계	3,832	29,783.03	

자료 : 한국하천협회 홈페이지(<http://www.riverlove.or.kr/>), 2018. 12. 24 검색

한강, 금강, 영산강, 낙동강의 5대강 유역은 전 국토의 70%를 차지하고, 유역면적과 연평균유출량 기준으로는 한강이 가장 크며, 유로연장 기준으로 낙동강이 가장 크다.

한강은 행정구역상 서울특별시, 인천광역시, 경기도 등 6개 특광역시·도 및 48개 시·군에 걸쳐 있는 강으로 유역면적 25,954km², 유로연장 494km이다. 낙동강은 행정구역상 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시 등 8개 광역시·도 및 39개 시·군에 걸쳐 있는 강으로 유역면적 23,384km², 유로연장 510km이다. 금강은 행정구역상 대전광역시, 충청남북도 등 8개 광역시·도 및 13개 시·군에 걸쳐 있는 강으로 유역면적 9,912km², 유로연장 398km이다. 그리고 섬진강은 유역면적이 4,912km², 유로연장이 224km이고, 영산강은 유역면적 3,468km², 유로연장 137km이다.

〈표 2-2〉 우리나라 5대강 주요현황

구분	유역면적(km ²)	유로연장(km)	하천등급	하천개소수	하천연장(km)
한강	25,954 (35,770:북한면적 포함)	494	국가	14	821.5
			지방	684	6,269.3
낙동강	23,384	510	국가	11	850.9
			지방	766	6,459.1
금강	9,912	398	국가	7	481.5
			지방	461	3,258.1
섬진강	4,912	224	국가	3	238.0
			지방	280	1,692.0
영산강	3,468	137	국가	5	191.3
			지방	163	1,082.3

자료 : 한국하천협회 홈페이지(<http://www.riverlove.or.kr/>), 2018. 12. 24 검색

2. 하천의 기능

가. 생태적 기능

하천은 도시의 기능유지 지역발전에 매우 밀접하며, 이수과 치수의 기능을 지닌 통로로 매년 1회 이상 물이 흘러간 흔적을 나타내고 있는 토지라 할 수 있다. 생태학적으로는 물의 순환과정에서 물이 흐르는 장소이고, 생활과 문화의 장이며, 시간적·공간적으로 변동이 심하지만 다양한 생물들이 서식하고 있다.

하천 주변의 습지와 식생은 생물의 서식공간이며 생물이 이동하는 생태통로이다. 특히 하천은 다른 수(水)공간과 생태학적으로 구별되는 몇 가지 특징을 가지고 있다. 하천은 육지와 달리 물질의 이동이 자유롭고, 상류와 하류가 연속적으로 이어져 있어 상류지역의 오염이나 물질변화에 영향을 받는다. 또한 하천은 여러 지류와 서로 연결된 구조를 가지며 수량의 변동이 매우 크기 때문에 이에 적합한 생태계를 이루고 있다.

나. 수질정화 및 대기 정화의 기능

하천은 자정작용을 통해 수질정화기능을 한다. 빗물 등으로 쓸려 들어온 유기물 또는 하천에 다른 형태로 유입된 유기물은 물속의 미생물과 하천의 바닥 미생물에 의하여 분해 과정에서 물속에 녹아있는 용존산소가 소모하게 된다. 만일 물속에 녹아 있는 산소의 양이 충분하다면 유기물은 호기성 박테리아에 의해 이산화탄소와 물로 분해한다. 즉, 하천의 상류에 오염물질이 유입되면 유기물은 물속에 희석되고, 어느 정도까지는 호기성 미생물에 의해 분해됨으로써 자정작용을 한다. 또한 하천은 수문순환을 통해 대기 중의 공기를 정화하는 기능과 기후조절 능력 또한 지니고 있다.

다. 생물 서식처로서의 기능

하천은 수많은 생물의 서식지로 큰 역할을 한다. 하천은 그대로 하나의 작은 생태계를 형성한다. 식물성 플랑크톤의 생산지이며, 물고기 등의 1차, 2차 소비자들이 완벽한 하나의

먹이사슬을 이루며 살고 있다. 하천 생물의 서식유형은 상·중·하류에 따라 각기 다른 모습을 띠는데, 특히 상류와 중류에서 반복되는 깊은 소와 여울은 하천 생물의 서식지로 매우 중요한 역할을 하고 있다. 뿐만 아니라 물이 흐르는 하천 주변인 수변이 갖는 생태적 기능은 수변 식생의 기반을 이루면서 양서류, 포유류 등의 동물종이 보금자리를 틀고 조류의 이동 통로와 서식처로서의 기능을 담당하면서 주변지역에 매우 다양한 기능을 제공하게 된다.

라. 물질의 소비지·공급지·전환자로서의 기능

하천을 따라 상류로부터 하류로 다양한 물질들이 흘러와 하천변에 쌓이게 된다. 세월이 흐름에 따라 이 물질들은 늘어가고, 때로는 물과 함께 떠내려가기도 하고, 대기 중으로 이동하거나, 때로는 식물에 흡수되어 광합성에 의해 형질이 변형된다.

이러한 과정을 거쳐 하천변에서는 수많은 생명이 태어나기도 하고 죽기도 하고, 다른 형태로 변형되기도 한다. 이렇게 하천은 결국 물질을 소비하기도 하고, 공급하기도 하며 전환시키기도 하는 생·화학적 기능을 담당한다. 그리고 물에 의한 이동을 통해 비옥한 농지도 형성하고 수많은 생명을 탄생시키는 등 높은 생산성을 제공한다.

마. 그린네트워크의 근간으로서의 기능

그린 네트워크란 국토 전체를 생태적으로 건전화시키기 위하여 자연을 핵, 거점, 점으로 나누고 각각의 구성요소를 전체의 체계와 연계시켜 자연과 인간의 문화, 역사, 생활과 조화를 이루기 위해 구상하고 있는 생태화의 개념이다.

이런 구상을 통하여 생태계의 생명력과 회복과 자연성이 조화되는 하천, 그리고 생활 문화여건에 생태적 요소가 조화된 공간을 기대하고 있다. 하천은 산, 습지 등과 같이 주로 거점의 역할을 하고 있지만, 선형의 특성에 의해 하천 자체가 생태이동통로로 이용될 수 있을 뿐만 아니라 핵, 거점, 점 등을 이어주는 핵심요소가 된다. 또 모든 생물의 에너지원인 물을 제공하므로 그린 네트워크의 중심기능을 하고 있다.

제2절 4대강 사업 추진배경 및 내용

1. 4대강 사업 추진배경

4대강의 주요 문제점으로 갈수기에는 4대강 하류 유하량이 상류지역 하수처리방류량에 미치지 못하는 수준으로 수량이 부족하고 건천화가 증가하고 있다. 그리고 근래에 집중호우의 발생빈도가 증가하여 지류하천 중심으로 홍수피해가 늘어나고 있다. 또한, 댐 설치운영으로 맑은 물의 수량이 점차 줄어 수질개선사업에도 불구하고 상류지역을 제외한 중류지역부터 수질이 전반적으로 나빠지고 있다. 하굿둑으로 설치한 강 하구의 담수호 역시 유기물질 등 오염물질 퇴적에 의한 수질오염 증가현상이 빈발하고 있다. 강물과 하구 담수호의 물을 이용한 친환경농산물 생산에 한계성을 보이고, 수자원 이용에 대해 지역 및 지방간 불균형과 사회갈등을 초래하고 있는 현실이다.

이와 같은 현실에서 4대강 사업을 추진한 배경은 우리나라의 연평균 강수량은 1,245mm로 다소 많은 편이나 계절별 또는 지역별로 큰 강수편차를 보이며 6~9월에 집중되고 있고, 경제발전, 생활패턴변화, 인구증가로 수자원 이용량이 급증하고 있음에 따라 때때로 용수가 부족한 상황이 발생하기도 한다는 진단이 있었다.

4대강 사업은 농업용수가 부족하거나 노후화 및 홍수피해가 우려되는 저수지를 대상으로 안정적인 영농기반을 마련하고, 4대 강에 다기능 보를 설치하여 홍수와 가뭄을 대비하기 위하여 구상하였다. 2009년 6월 8일에 4대강 유역의 하천정비사업과 수질개선사업 등을 구상한 '4대강 살리기 마스터플랜' 발표하면서 물부족과 홍수피해를 근본적으로 해결하고, 수질을 개선하며 하천복원으로 건전한 수생태계를 조성하고, 국민 여가문화와 삶의 질을 향상시키는 등의 사업효과가 기대된다고 하였다.

4대강 살리기사업을 통하여 수자원 확보 계획량은 1,282백만 m^3 로, 16개소 다기능 보를 통해 796백만 m^3 , 96개소 농업용 저수지에 대한 독 높임 사업을 통해 242백만 m^3 , 영주댐 등 3개소의 신규댐 건설로 244백만 m^3 이었다. 또한 4대강 살리기를 통해 일자리 창출 및 지역경제 활성화를 일으켜 침체된 실물경기를 회복하려고 하였다.

2. 4대강 사업 추진현황

장래 예상되는 물부족(2011년 8억^m, 2016년 10억^m)과 가뭄에 대비하여 수자원 13억^m을 추가 확보하고, 하도준설과 보를 설치하여 8.0억^m의 용수를 확보할 계획이었다. 또한, 지구온난화 등으로 기상이변이 심해짐에 따라 200년 빈도 이상이 홍수에도 견딜 수 있도록 홍수조절 용량을 증대하고 모래를 준설하여 하천 단면 및 저수로를 확대하고 계획홍수위를 0.4~3.9m 저하시키는 치수대책을 추진하였다.

하류지역은 홍수조절지와 강변저류지 설치로 수해로부터 보호하고 축조된지 오래된 노후 제방은 보강시켜 치수 안전도를 증대하려 하였다. 또한, 하굿둑에 배수 갑문을 증설하여 신속히 홍수를 배제함으로써 수위를 낮추고 중소규모의 댐 건설과 농업용 저수지 독을 높여 홍수조절 용량을 증가시키고자 하였다.

건전한 수생태계를 복원시키기 위해 수질 오염도가 높은 유역을 체계적으로 관리하고 34개 유역 내 환경기초시설을 확충 및 고도화하며 생태하천을 복원하며 수변생태벨트를 조성하고자 하였다. 수변공간을 활용하여 삶의 질 향상을 위한 문화·여가 기반을 조성하고 수변의 접근성을 높이며 수변 중심의 도시재생을 추진하여 복합 수변공간을 창조하고자 하였다. 4대강 살리기와 병행하여 지방하천, 소하천 등도 이수·치수·환경 등을 종합적으로 고려하여 정비하고 내륙·강·바다를 연결하는 친환경적인 강변 관광문화를 개발하여 지역발전 을 촉진하고자 하였다.

이처럼 4대강 사업은 대규모 공사에도 불구하고 2008년 12월에 착공하여 2012년 4월에 최종적으로 완료된 공사로 41개월의 매우 짧은 기간 동안 시행되었다.

3. 4대강 사업의 주요추진계획

가. 한강

한강유역에서 시행된 4대강사업의 주요 추진내용은 다음과 같다.

- ① 홍수방어 대책 : 홍수조절능력 0.9억^m 증대
 - 하도정비 : 퇴적토 준설(0.5억^m)
 - 노후제방 보강(131km)

- 강변저류지(여주, 영월 : 0.3억 m^3)
- 농업용저수지 증고(0.1억 m^3)
- ② 물확보 방안 : 용수확보량 0.5억 m^3 증대
 - 다기능보 3개 설치(0.4억 m^3)
 - 농업저수지 12개 증고(0.1억 m^3)
- ③ 수질개선과 생태복원
 - 환경기초시설 확충 및 고도화, 고랭지밭 흙탕물 저감(소양강 유역)
 - 하천 내 농경지 정리 및 생태습지 조성(17개 지구, 13km)
 - 수계 내 국가하천 생태하천조성(193km)과 함께 지천(22개소) 및 도심하천(5개소) 복원
- ④ 지역주민과 함께하는 복합공간 창조
 - 상하류를 연결하는 자전거도로 설치(305km)
 - 다기능보를 이용한 수면확보를 통하여 친수성 제고
- ⑤ 강 중심의 지역발전
 - 한강에 직접 유입되는 지방하천(84개소, 480km) 단계적 정비
 - 단양수중보 등 지자체, 공기업이 시행예정인 사업 적극 지원
 - 문화부의 「문화가 흐르는 4대강」, 농식품부의 「금수강촌 만들기」 등 연계사업의 강별 세부계획은 해당부처에서 수립·시행

나. 낙동강

낙동강 유역에서 시행된 4대강사업의 주요 추진내용은 다음과 같다.

- ① 홍수방어 대책 : 홍수조절능력 6.1억 m^3 증대
 - 하도정비 : 퇴적토 준설(4.4억 m^3)
 - 영주댐 건설(0.8억 m^3)
 - 농업용저수지 증고(0.9억 m^3)
 - 낙동강 하굿둑 배수문 증설
 - 합류부의 흐름을 개선하기 위하여 도류제 설치
 - 노후제방 보강(355km)

- ② 물확보 방안 : 용수확보량 10.2억^{m³} 증대
 - 다기능보 8개 설치(6.7억^{m³})
 - 중소규모댐 건설 및 안동~임하댐 연결(2.5억^{m³})
 - 농업용저수지 31개 증고(1.0억^{m³})
- ③ 수질개선과 생태복원
 - 환경기초시설 확충 및 고도화, 비점오염원 관리대책, 완충저류시설 설치 (낙동왜관 유역 등)
 - 하천 내 농경지 정리 및 생태습지 조성(8개 지구, 15km)
 - 수계 내 국가하천 생태하천조성(407km)과 함께 지천(13개소) 및 도심하천(1개소) 복원
- ④ 지역주민과 함께하는 복합공간 창조
 - 상·하류를 연결하는 자전거도로 설치(743km)
 - 다기능보를 이용한 수면확보를 통하여 친수성 제고
 - 그린 수퍼벨트 조성
- ⑤ 강 중심의 지역발전
 - 낙동강에 직접 유입되는 지방하천(148개소, 862km) 단계적 정비
 - 부산 강서신도시 워터프론트, 대구 그린 수퍼벨트 조성 등 지자체, 공기업이 시행 예정인 사업 적극 지원
 - 문화부의 「문화가 흐르는 4대강」, 농식품부의 「금수강촌 만들기」 등 연계사업의 강별 세부계획은 해당부처에서 수립·시행

다. 금강

금강유역에서 시행된 4대강사업의 주요 추진내용은 다음과 같다.

- ① 홍수방어 대책 : 홍수조절능력 1.0억^{m³} 증대
 - 하도정비 : 퇴적토 준설(0.5억^{m³})
 - 노후제방 보강(117km)
 - 농업용저수지 증고(0.5억^{m³})
- ② 물확보 방안 : 용수확보량 10.2억^{m³} 증대
 - 다기능보 3개 설치(0.5억^{m³})

- 농업용저수지 30개 증고(0.6억m³)
- ③ 수질개선과 생태복원
 - 환경기초시설 확충 및 고도화, 비점오염원 관리대책
 - 하천 내 농경지 정리 및 생태습지 조성(6개 지구, 10km)
 - 수계 내 국가하천 생태하천조성(199km)과 함께 지천(6개소) 및 도심하천(2개소) 복원
- ④ 지역주민과 함께하는 복합공간 창조
 - 상·하류를 연결하는 자전거도로 설치(248km)
 - 다기능보를 이용한 수면확보를 통하여 친수성 제고
- ⑤ 강 중심의 지역발전
 - 금강에 직접 유입되는 지방하천(94개소, 588km) 단계적 정비
 - 공주·부여 등을 연결하는 뱃길복원(67km)으로 문화관광 루트 마련
 - 문화부의 「문화가 흐르는 4대강」, 농식품부의 「금수강촌 만들기」 등 연계사업의 강별 세부계획은 해당부처에서 수립·시행

라. 영산강

영산강유역에서 시행된 4대강사업의 주요 추진내용은 다음과 같다.

- ① 홍수방어 대책 : 홍수조절능력 1.2억m³ 증대
 - 하도정비 : 퇴적토 준설(0.3억m³)
 - 노후제방 보강(17km)
 - 강변저류지 및 홍수조절지 신설(0.2억m³)
 - 농업용저수지 증고(0.7억m³)
 - 영산강 하굿둑 배수문 증설(240→480m)
- ② 물확보 방안 : 용수확보량 1.2억m³ 증대
 - 다기능보 2개 설치(0.4억m³)
 - 농업용저수지 23개 증고(0.8억m³)
- ③ 수질개선과 생태복원
 - 환경기초시설 확충 및 고도화, 비점오염원 관리대책
 - 농경지 정리, 구하도 복원(2개소) 및 생태습지 조성(3개 지구, 3km)

- 영산강 수계 국가하천 생태하천조성(130km)과 함께 지천(5개소) 복원도 추진
- ④ 지역주민과 함께하는 복합공간 창조
 - 상·하류를 연결하는 자전거도로 설치(432km)
 - 다기능보를 이용한 수면확보를 통하여 친수성 제고
 - 영산포구 복원을 통한 친수공간 조성
- ⑤ 강 중심의 지역발전
 - 영산강·섬진강에 직접 유입되는 지방하천(74개소, 397km) 단계적 정비
 - 뱃길복원(목포~광주, 80km)으로 문화관광 루트 마련
 - 문화부의 「문화가 흐르는 4대강」, 농식품부의 「금수강촌 만들기」 등 연계사업의 강별 세부계획은 해당부처에서 수립·시행

제3절 생태복원 이론 및 정책동향

1. 생태복원의 이론

가. 생태복원 개념

생태복원(Ecological restoration)은 자연적 훼손은 물론 인위적인 건설 사업에 수반되는 생태계의 훼손을 최소화하고, 생태자원을 현명하게 이용하기 위해 우수한 생태자원을 보전하는 것이다. 또한 훼손된 생태계를 복원하거나 대체생태계를 조성하는 등의 전략까지 포함한다. 생태복원은 단순한 녹화 또는 식생을 도입하는 것이 아니라 지반 안전성 확보, 기반 조성, 식생 도입, 서식처 조성, 생물다양성 확보 등을 고려한 복합적 지식과 경험을 필요로 하는 융·복합적 기술이다. 생태복원은 학술적 이론인 복원생태학에 근거하여 인위적으로 생태계를 복원하기 위한 개념적 틀과 방법론 등을 포함한 실증적 기술로 특별한 대상지에 적합한 기술적인 방법을 통해 생태계를 복원하는 기술이다.

생태복원은 자연적, 인위적인 원인으로 구조와 기능이 저하되거나 훼손된 생태계의 회복을 도와, 훼손 이전 상태 또는 유사한 상태의 서식처와 생물종 등의 구조와 기능으로 되돌리는 의도된 행위이며, 훼손 이전의 역사적 생태계 또는 표준생태계 상태로 되돌리는 시도이다.

생태복원의 정의는 기능이 저하되고 훼손되었거나 파괴된 생태계가 회복될 수 있도록 도와주는 과정'이라 할 수 있다. 즉, '생태계의 건강성, 건전성, 지속성 등을 회복하기 위한 과정을 시작하고 정상적인 과정으로 진행되도록 가속하거나 도와주는 의도적인 행위'이며 '복원 행위를 통해 훼손 이전의 원 상태의 생태계'로 돌아가는 것이 목표라고 할 수 있다 (SER 2004; Clewell and Arson (2007)).

생태복원은 훼손된 생태계의 구조와 기능을 원 생태계와 유사한 상태로 돌이키는 행위로서, 확실하며 자생적인 역사적 생태계를 만들기 위하여 대상 지역을 의도적으로 변경하는 과정으로서 특정한 생태계의 구조, 기능, 다양성 그리고 역동성을 흉내 내는 것(1990년), 생태계의 건강성을 다시 새롭게 하고 유지하기 위한 과정(1995년), 훼손된 생태계의 회복을 도와주는 과정(2004년)등으로 개념이 변화하였다. 초기에는 복원과정 및 목표달성에 중점을

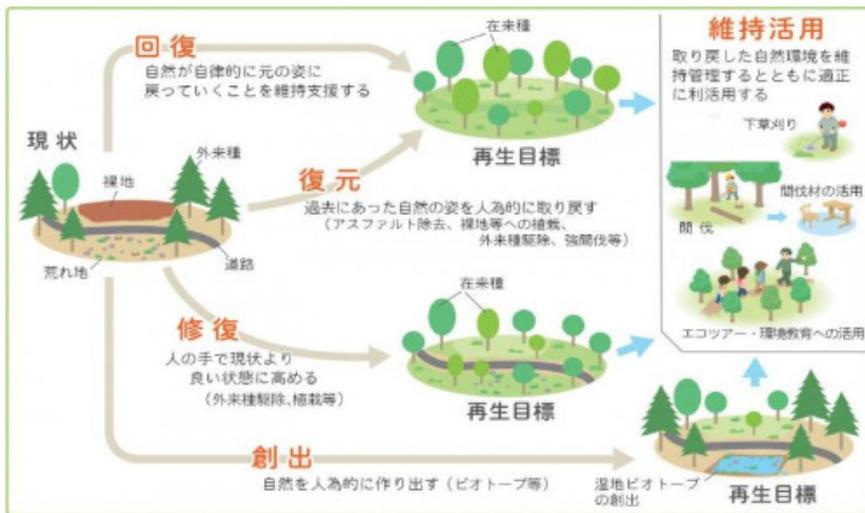
두었다면 후기에는 자연 스스로 회복될 수 있도록 도와주는 과정에 초점이 있다.

The National Research Council(NRC)에 의하면 생태복원은 다음과 같은 특성을 지니고 있다.

- 교란되기 이전의 상태와 유사한 생태계로 되돌아가는 행위
- 교란이전의 생태적 기능, 물리적, 화학적, 생물학적 특성을 회복하는 행위
- 개별적인 행위나 요소만으로는 달성할 수 없는 총체적 형성과정

나. 일본의 자연환경재생

沖縄県(2013)의 자연환경재생지침에서는 훼손된 생태계를 원래의 구조와 기능으로 되돌리는 것을 자연환경재생이라 정의하고, 재생 목표와 수준에 따라 다음과 같이 구분하고 있다.



자료 : 오끼나와현

(그림 2-1) 자연환경재생 목표와 수준

〈표 2-3〉 자연환경재생의 개념(沖繩縣, 2013)

목표와 수준	개념	
회복	자연 스스로 다시 원래 모습으로 돌아갈 수 있도록 도와줌	
복원	과거에 있었던 자연의 모습을 인위적인 노력에 의해 되돌리려는 노력	
수복	과거에 있었던 자연의 모습과 완전히 같은 상태까지 복원은 할 수 없지만, 자연이 가지는 구조나 기능을 현재 상태보다 좋은 상태로 인위적으로 높이는 것	
창출	자연이 거의 없어진 곳에 생태계 조성 등을 통해 자연을 인위적으로 만들어내는 것	
유지활동	되돌린 자연환경을 유지관리하고 적정하게 이용하고 활용하는 것	능동적

- 자연환경재생에는 사람과 자연의 관계 속에서 풍족한 기능이 유지되고 있는 자연 환경의 재생을 포함
- 양호한 자연환경을 유지하는 행위로서의 '보전'을 포함
- 일련의 개발행위 등으로 훼손되는 자연환경과 동종의 환경요소를 그 근처에 창출하는 '대상조치'와는 다른 행위.
- 자연환경재생에 의해 '기반서비스'로서 생태계의 기반의 제공을 도모할 수 있으며, 그에 따라 기후 조절, 수질 정화 등으로서의 '조절 서비스', 식량이나 자원 등을 공급하는 '공급 서비스', 레크리에이션 환경교육 등의 기회를 부여하는 '문화서비스'의 유지·향상으로 이어질 것으로 기대.

龜山章 等(2003)은 소실되거나 왜곡된 생태계를 복원 복구하는 작업으로 산업화로 인해 발생한 자연파괴를 되돌리려는 노력을 자연재생(restoration & rehabilitation)이라고 정의하였다.

草刈秀紀(2003)은 재생(regeneration) 수준의 복원을 재생으로 정의한 바 있다. 구체적으로 복원, 회복, 수복, 재생 등의 복합적 개념을 포함하며, 일본의 경우 재생이라는 용어에

비중을 두고 유럽이나 미국 등에서는 복원이나 수복, 회복 등의 용어를 더 강조하고 있다고 하였다.

養父志乃夫(2002)은 훼손된 자연생태계의 기능을 되돌리기 위한 이론과 기술로서 수복 공학이라는 용어로 설명하고, 자연생태수복기술 사례를 잡목림, 목밭, 수공간 등으로 구분 하여 각각 사례를 소개하였다.

- 잡목림의 야생초화 육성, 잡목림의 수복, 서식처 조성
- 목밭의 생물종, 수복 과정 및 수복대상지 환경구조, 육성관리 방법
- 수공간 및 습지 수복

鷺谷いづみ(2003)은 인류의 활동이 환경에 미치는 영향이 수용능력을 초과하면서 이제 ‘복귀’가능성에 대한 관심이 높아지고 있다는 전제 아래 자연재생을 생물다양성 보전에 기여하는 생태계 수복으로 정의하고, 구체적으로 복원, 회복, 수복, 재생 등의 용어를 정의 하였다.

- 생태계훼손 개념을 ‘상실’이라는 용어로, 본래의 생태계가 나타내는 구조와 기능을 ‘원풍경’이라는 용어로 각각 정의.
- 복원(restoration)은 훼손된 생태계나 각 개체군이 원래 상태로 되돌아가는 노력
- 회복(rehabilitation)은 구조나 기능이 저하된 생태계를 이전의 상태로 되돌리는 노력 (원생태계와 다른 구조나 장소 등 대체의 개념 포함)
- 재생(regeneration)은 생명체 또는 생물군집이 스스로 훼손된 원인을 극복하고 원 생태계의 구조와 기능으로 되돌아가는 노력

杉山惠一, 進士五十八 (1992)은 자연환경 복원 기술 사례를 도시환경, 농촌환경, 수변환경 등으로 구분하여 각각 도시생태공원, 전통적 농촌환경 부활, 마을 만들기, 자연형하천 만들기, 하천 자연회복 프로세스, 중소하천 자연회복, 자연호안 생태계 복원 등의 사례를 소개하고, 생물다양성 증진을 위한 생물과의 공생기술로서 곤충생태계, 생태문화, 도시 내 생물서식처, 조류유치를 위한 공생 등을 각각 제안하였다.

- 곤충생태계 복원 : 전통가옥, 현대가옥, 다공질구조, 곤충생태원 등

- 반딧불이와 같은 문화적 의미를 담은 곤충문화 부활을 통한 생태적 가치 증진
- 잠자리 서식처와 잠자리 문화
- 조류서식처와 조류생태환경 구조 등

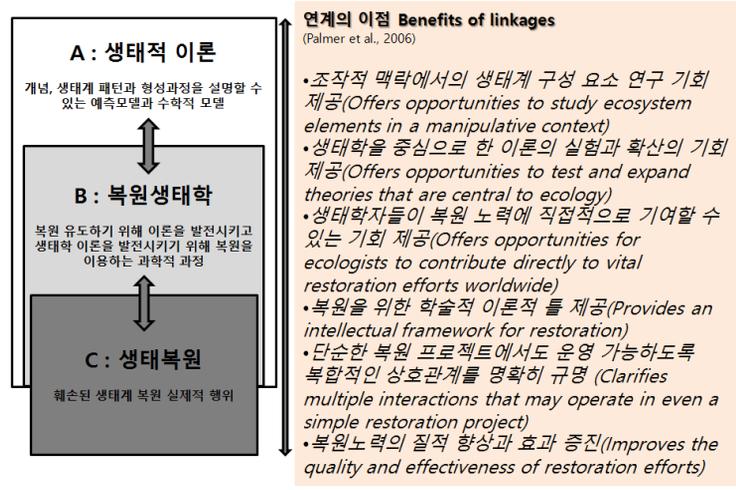
다. 복원생태학과 생태복원(Palmer et al., 2006)

생태적 이론은 생태계 내 패턴과 형성과정을 설명하기 위한 개념, 예측모델, 수학적 모델 등을 연구한다. 복원생태학은 복원을 위한 복원이론을 발전시키기 위한 과학적 과정이며 한편으로 생태학 이론을 발전시키기 위해 복원을 실행하는 과정이다. 생태복원은 훼손된 생태계를 회복하는 실천적 행위이다.

복원생태학(Restoration Ecology)은 생태학적 이론과 지식을 복원 행위에 적용하여 복원의 방향을 제시하는 과학적 이론을 의미하며, 훼손된 생태계를 회복하여 자기 영속적으로 생태계 기능을 유지하는 과정인 생태복원에 대한 이론적 근거를 제공한다. 복원생태학은 생태복원의 근거가 되는 학문으로서, 과학적 근거를 지니며 새로운 지식을 창출하고 확산하면서 일반생태학에 이론적 배경을 두고 있다. 복원을 위한 실천적 이론과 명백한 개념, 모델, 방법론, 이론적 도구 등을 제공하게 된다.

생태복원은 복원생태학 이론을 근거로 가설을 설정하여 조사, 분석, 계획, 조성, 유지관리 등 전 과정에 적용되는 기술과 공법 등을 제공하며, 생태학적 지식과 이론을 활용한 일종의 실행과정이라고 할 수 있다. 그런 의미에서 복원은 생태적 이론을 실제 적용하여 검증하는 일종의 시금석이라고 할 수 있다.

이들은 개별적이라기보다는 서로 연결성을 지닌다. 이러한 연결성을 통해 조작적 맥락에서 생태계 요소를 연구할 기회와 생태학 이론을 검증하고 확대하는 기회를 제공하게 되며, 생태학자들이 복원노력에 직접적으로 공헌할 수 있는 기회를 제공하게 된다. 나아가 복원을 위한 이론적 틀을 제공하고 복원노력의 질과 효과를 증진시킬 수 있게 된다.



자료 : Palmer et al. (2006)을 수정

(그림 2-2) 생태학, 복원생태학, 생태복원의 관계

라. 생태복원 목표와 고려사항

1) 목표

생태계 훼손은 대부분 복합적이고 다양하며 장기적 원인에 의해 발생되며, 생태계 구성 요소들이 상당부분 사라진다. 경우에 따라서는 불명확한 원인에 의해 생태계의 천이가 멈추고 나아가 생태적 형성과정을 통한 회복도 기약 없이 제한되는 경향을 보이기도 한다. 생태계의 건강성, 건전성, 지속성을 고려하여 기능이 저하되었거나 손상을 입었거나 변형되었거나 대부분 파괴된 상태의 생태계를 훼손 이전의 상태로 회복시키기 위한 노력과 과정을 말한다(SERI 2004).

생태복원 과정은 궁극적으로 자연형성과정(natural process) 및 생태적 형성과정(ecological process)에 의해 자연 스스로 진행되는 것으로서, 인위적인 생태복원은 자연이 훼손이전의 원 생태계라는 정상적인 목표를 향해 회복을 진행할 수 있도록 시작하고 도와 주고 관리하는 행위라고 할 수 있다. 생태복원은 인위적이거나 자연적인 원인에 의해 그 구조와 기능이 저하된 생태계를 원래의 생태계와 같거나 비슷한 모습으로 돌이키는 과정 및 행위를 의미하며, 나아가 원생태계와 구조는 달라도 기능이 유사하거나 더 양호한 대체생태계 개념을 포함하여 폭넓게 사용할 수 있다.

〈표 2-4〉 생태관리의 목표수준과 개념

목표수준	개념
재자연화 (renaturalization)	자연 스스로의 형성과정에 의해 원래의 자연생태계의 구조와 기능으로 되돌아가는 현상 또는 인위적인 기술과 노력에 의해 자연생태계로 되돌아갈 수 있도록 도와주는 행위
자연재생 (regeneration)	생명체 또는 생물군집이 스스로 훼손된 원인을 극복하고 자연형성과정에 의해 원 생태계의 구조와 기능으로 되돌아가는 노력
회복 (rebirth)	인위적인 노력이나 자연의 힘에 의해 원 생태계의 구조와 기능에 가까운 수준으로 되돌아가는 상태
복원 (restoration)	인위적이거나 자연적 원인에 의해 구조와 기능이 저하된 생태계가 원 생태계의 구조와 기능 상태로 되돌아 갈 수 있도록 인위적 노력에 의해 도와주고 스스로 회복될 수 있도록 생태적으로 관리하는 노력
복구(유사복원) (rehabilitation)	원생태계보다 구조와 기능은 다르거나 부족하지만 유사한 수준의 구조와 기능으로 되돌리려는 노력
향상 (enhancement)	기능적으로 원 생태계와 가까운 수준으로 되돌리는 노력
대체 (replacement)	위치, 구조 등 원 생태계와는 다른 구조이나 기능적으로 동등 이상의 새로운 생태계를 조성하려는 노력
창출(새로조성) (creation)	처음부터 없었거나 거의 소멸된 생태계를 표준생태계에 근거하여 새로 조성함
기타	<ul style="list-style-type: none"> · 보전 : 생태계 기능 및 가치평가를 통해 훼손되지 않도록 보존하고 훼손된 부분 또는 훼손이 예상되는 부분은 인위적인 노력에 의해 되돌리는 노력 · 살리기 : 포괄적 의미로 훼손된 생태계를 원래의 모습으로 되돌리려는 노력

2) 고려사항

생태복원은 자연생태로 회귀되는 출발점이며 구동력(driving force)으로서 일정한 노력이 투입되는 의도적 행위라고 할 수 있다. 즉, 현실적으로 생태복원은 생태계를 역사적 궤적에 따라 되돌리는 노력을 의미하며, 역사적 흔적은 복원을 위한 매우 중요한 단서를 제공한다. 회복과정이 시작되면 생태계는 외부의 도움이나 영향 없이도 스스로 생태적 건강성과

건전성을 회복할 수 있는 역동성을 갖게 되며, 이런 경우 생태복원의 목표를 성공적으로 달성한 것으로 간주할 수 있다.

생태복원은 단기간에 달성되는 행위가 아닌 중장기적 전략이며 목표 달성을 위해서는 지속적인 노력이 필요하다. 기본적으로는 외부의 영향에 의한 변화 이전의 단계로 돌아가는 것을 의미하나 변화의 정도와 현재의 조건 등에 따라 복원 목표와 유형, 단계를 각각 다르게 적용할 수 있다. 그러므로 생태복원의 목표는 생태계가 일정한 과정을 거쳐 원래의 생태계로 되돌아가기 쉽도록 목표를 설정하는 것이 바람직하다. 생태복원의 목표는 ① 환경오염이나 토지이용 방해 등과 같이 방해를 받아 물리적으로 생태적으로 훼손된 생태계의 복원, ② 문화적으로 생태적으로 가치가 있는 새로운 지속가능한 생태계의 발전 등으로 설정 가능하다.

Bradshaw(1984)는 생태복원의 유형 또는 목표를 요약하여 생태복원 개념도를 제시한 바 있다. 개념도에 따르면, 원생태계는 일정한 수준의 생태적 구조와 기능을 유지하고 있으나, 자연적 또는 인위적 원인에 의해 구조적으로 훼손되거나 파괴되고 기능적으로도 저하되어 원점에 가까운 상태인 훼손된 생태계로 남게 된다. 이 경우 어떠한 노력도 없이 방치하게 되면 훼손된 생태계는 자연형성과정에 의해 서서히 회복되거나 아니면 소멸되게 된다. 그러나 대부분의 경우 생태계 훼손되었다는 것은 상당한 수준의 외부 환경 압력이 작용한 것이므로 회복에 이르기보다는 소멸되게 된다.

원생태계와 구조는 달라도 기능이 유사하거나 더 양호한 대체생태계 개념을 포함하여 폭넓게 사용하기도 한다. 현실적으로 원생태계의 구조와 기능을 회복시키는 본래의 의미의 복원은 불가능에 가깝다. 생태복원은 생태계 스스로 생태적 건전성을 회복하고 관리할 수 있도록 인위적인 노력을 통해 도와주는 과정이다. 이러한 생태적 건전성에는 생물다양성, 생태학적 형성과정, 생태계의 구조와 기능의 회복, 지역적 맥락과 역사적 흔적, 지속성과 문화적 실천과제를 포함한다. 단순히 인위적인 수단을 통해 자연생태계와 유사한 형태를 만드는 것을 넘어, 인위적 에너지를 투입함으로써 생태계가 갖는 고유의 구조와 기능을 회복하거나 새롭게 만드는 과정을 포함한다.

마. 생태복원 관리 및 평가

1) 표준생태계(reference ecosystem)

표준생태계는 자연원형에 가까운 생태계의 전형(prototype)으로서(USEPA, 1996; Smith et al., 1995), 자연성을 유지하고 있는 생태계이며 인위적 또는 자연적 훼손이 적고 생태계의 기능이 우수하게 발휘되어 생태계복원, 대체생태계 조성, 기능평가, 성능평가 등을 위한 기준이 되는 생태계를 말한다(구분학 등, 2011). 표준생태계는 특정한 기능의 유형을 대표하므로 이를 파악하여 생태적 기능을 향상 또는 예측할 수 있는 기준을 개발할 수 있다(Brinson, 1993).

표준생태계는 생태권역(eco-region)이나 생태계 유형 등에 따라 가장 전형적이고 대표성 있는 생태계를 선정하는 것이 바람직하다. 즉, 표준생태계 선정을 위해서는 생태적 차별성에 따라 생태권역을 구분하는 것이 필요하다. 표준생태계는 생태적 기능이 우수한 자연생태계에서 선정하는 것이 바람직하지만 인공생태계로서 생태적 형성과정에 의해 자연생태계에 근접한 생태적 기능을 나타내는 인공생태계에서 선정하는 것도 가능하다(구분학 등, 2011).

2) 생태적 관리

생태적 목적으로 조성된 공간에 대해서는 일반적인 유지관리를 최소화하되, 모니터링 및 성능평가 결과를 토대로 생태계가 목표를 달성할 수 있도록 생태적 형성과정(ecological process)에 입각하여 생태계 구조와 기능을 유지하도록 관리한다. 성공적인 생태복원을 유도하고 생태계의 건강성을 회복하기 위해서는 과학적이고 체계적인 복원계획이 수립되어야 하며, 생태적 형성과정에 입각한 순응형 관리(또는 적응관리; adaptive management)와 모니터링이 수반되어야 한다. 생태적 관리를 통해 복원된 생태계가 장래까지 지속적으로 건전하고 건강한 상태를 유지할 수 있도록 생태적 관리를 수행하는 것이 중요하다.

특히, 서로 인접한 생태계가 복합된 경관일수록 체계적인 복원계획이 더 중요한 전제조건이 될 수 있으며, 인위적으로 복원된 생태계는 지속적인 유지관리를 통해 종의 우연적 이입을 억제하고 인위적 영향과 기후변화 및 예측하지 않았던 영향 등을 억제할 필요가 있다. 생태복원은 회복을 도와주거나 시작하는데 목표를 두게 되며 반면에 생태계 관리는 복원된 생태계가 이후로 지속적으로 건강 상태를 유지할 수 있도록 보장하는 수단이 된다.

어떤 유형의 생태계는 전통적이고 지속가능한 문화적 기법에 의해 관리되고 있다. 이러한 전통적 생태계에는 문화적 기법과 생태적 형성과정 사이에 서로 상호관련성이 있고, 인위적 노력에 의해 생태계 건강성과 지속성을 더욱 강화할 수 있다. 복원되었거나 조성된 습지와 생태연못의 생태환경과 생물종의 변화추이를 관찰하여 자연천이 과정을 살피고 목표를 달성했는지에 대한 성능평가(performance assessment)와 생태적으로 바람직한 관리 방향을 제시한다.

모니터링은 물리적 환경과 생물적 요소를 모두 대상으로 하며 모니터링 결과를 토대로 조성된 생태계가 목표를 달성했는지 또는 달성할 수 있는지에 대한 성능평가를 한다. 평가를 위해서는 목적물의 요구 수준을 설정하는 요구 성능과 목적물이 목표를 달성했는지를 평가하기 위한 성능평가항목 및 평가기준을 설정 평가한다.

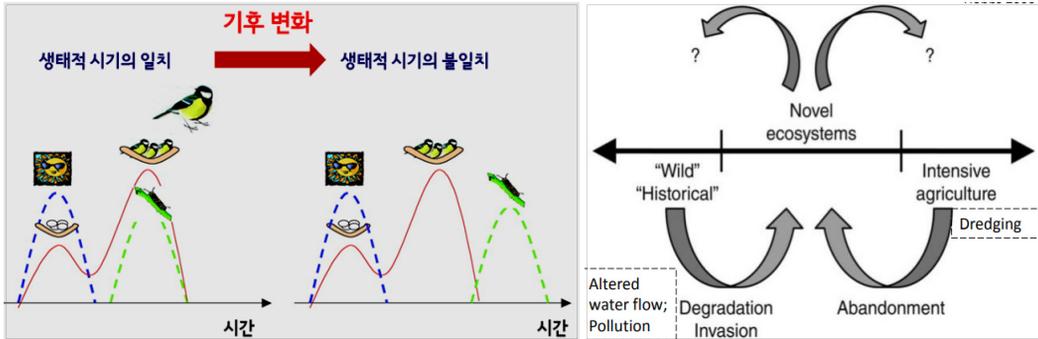
3) 생태성능(ecological performance)

성능(performance)은 기능발휘를 위해 갖추어야 할 목적물의 특성을 의미하고, 성능 기준은 성능 달성 여부를 판단하기 위한 근거이며, 인공적으로 조성된 생태계가 자연생태계와 유사한 기능을 발휘하기 위해 갖추어야 할 생태적 성질과 특성으로 정의할 수 있다 (구분학 등, 2011).

생태성능과 관련하여 Kentula et al.(1993)은 인공습지 조성 후 일정 기간 동안 모니터링을 수행하여 간의 흐름에 따라 인공습지의 구조적 특성 및 기능적 특성이 어떻게 변화하는지에 대한 성능곡선을 추출한 바, 유기질함량 및 식생피복은 초기에 낮았으나 점차 증가하여 3~4년경과 후에는 자연습지에 근접하였고, 생물종다양성은 오히려 초기에는 높았으나 점차 안정되어 3~5년경과 후 자연습지 수준으로 안정되었다고 보고하였다.

4) 생태적 엇박자(ecological mismatch)

생태복원 결과 기후변화 등 환경적 요인으로 인해 의도한 목표가 아닌 결과를 초래할 수 있다. 예를 들면, 기후변화로 인해 생태적 시기가 일치하지 않거나 이전에 볼 수 없던 새로운 생태계(novel ecosystem)로 바뀌는 경우가 그것이다.



(그림 2-3) 생태적 엇박자와 새로운 생태계(Hobbs et al., 2006)

2. 하천관리 최근 정책동향

가. 하천관리계획의 네트워크

하천이 본래 가지는 자연성의 존중과 거기서 살아가는 인간과 자연의 공생, 인간 이외 생물들에 대한 인간의 배려의 중요성이 강조되고 있다. 하천생태계의 지속가능성과 온전성 측면에서의 관리가 강조되는 추세로서 물이 흘러가는 공간인 하천과 함께 인접한 녹지를 하나의 네트워크로 이해하는 Blue Green Network(BGN) 개념도 계획과 관리 단계에서 적용해오고 있다. 이때, 물리적 구조와 기능의 단절을 최소화하도록 계획단계부터 고려하는 것이다.



(그림 2-4) 세종시 계획 단계에서의 BGN 적용 개념

물관리의 주요 분야별로는 과거 이·치수, 수질에 국한된 하천관리의 주제가 수생태계와 친수 및 문화 측면으로 확장되는 중에 있다. 이를 위해 하천의 종·횡적 연결성의 확보가 상류에서부터 하천의 최하류 지점인 하구까지 이어져야 한다는 관점이 대두되고 있다. 하천 물길 자체의 회복을 위해 소하천과 도랑 등 발원지의 복원은 물론 바다로 이어지는 하구까지를 하나의 시스템으로 보는 관점이 정착되는 중이다. 또한 하천의 접근성 개선과 물을 매개로 도시 기능을 연계 통합하면서 수변의 다양한 기능을 회복하려는 노력도 가시화 될 전망이다. 앞으로는 하천과 강마다 특성 있는 문화를 만들고 관련된 사업을 통해 하천이 지닌 심미적, 생태적, 문화적인 가치의 재창출 시도 등이 이어질 것이다.



(그림 2-5) 하천의 시대적 기대 수요 변화

이 때 하천의 친수적 이용의 전제는 수생태계의 건강성을 바탕으로 하고 상호 필수불가결한 조건으로 제한적인 용수 이용이나 홍수방어, 수질관리 등 보다 높은 차원의 관리를 요구하게 된다. 가장 큰 이유는 친수의 수준에 따라 인간이 물과 접하는 활동을 하게 되고 그 경우 상·하수도나 생태계 관리보다 더 엄격한 인체 보건적 관점이 적용되어야 하기 때문이다. 특히 인간과 자연이 공생하는 하천생태계에서는 인간과 여타 생물 중 어린 개체를 포함한 생물들이 안전하게 태어나고 살아갈 수 있으며 다음 세대로 연결될 수 있는 조건이 되어야만 지속가능한 환경이 되기 때문에 모든 기준들이 더욱 엄격해지게 될 수밖에 없다.

여기에 과거 문화적 유산의 특성과 이를 존중하기 위해서는 자연경관과 문화경관을 존중하게 되고 이를 위해 인위적 시설이나 인간중심의 시설에 대해서는 좀 더 신중하게 접근해야 한다. 그 결과 하천과 인접 수변의 시설물 설치가 제한적이게 되고 심미적인 아름다움과 안정성 등까지 고려하게 되면 보다 폭넓고 장기적 관점에서 하천과 수변공간의 계획을 수립하게 될 것이다.

나. 하천생태복원의 개념

생태복원은 훼손된 생태계를 원 생태계의 물리적 생태적 조건에 근거하여 생태계 구조와 기능과 동적 변화를 모방함으로써 훼손 이전의 모습으로 되돌리는 과정을 의미한다. 여기에는 인간에 의해 변형되기 이전에 존재했던 원래의 물리적, 생물학적, 화학적 특성을 회복하는 것을 포함한다. 원생태계로 회복하기 위한 복원 전략이 필요하게 되며, 복원 전략은 복원의 목표와 수준에 따라 몇 가지 유형으로 구분된다. 넓은 의미의 생태복원은 대상지의 생물상과 물리적 환경을 수정하기 위한 치열한 노력들을 모두 아우르는 복합적 의미이며, 좁은 의미의 복원(restoration), 매립(reclamation), 대체(replacement), 복구(rehabilitation), 완화(mitigation), 재건(reconstruction), 재할당(reallocation), 생태공학(ecological engineering) 등의 유형과 아울러 야생동물, 어업 및 양어장 관리, 산림농업, 임업 등의 다양한 자원 관리를 포함한다.

좁은 의미의 복원은 원생태계의 구조와 기능을 동일하게 회복하는 전략으로서 교란 이전의 원생태계의 구조와 기능을 회복하는 목표를 갖는다. 훼손 이전의 상태로 온전히 돌아가는 것을 목표로 하며, 대부분 물리적으로 완전히 파괴된 경우가 많기 때문에 실현 가능성은 매우 낮다.

복구 또는 유사복원(rehabilitation)은 완벽한 복원이 아니라 원래의 자연생태계와 유사한 수준으로 회복하는 것을 목표로 한다. 원생태계에 비해 구조적으로나 기능적으로 조금 부족하기는 하지만 현실적인 실천가능성을 고려하여 비슷한 상태로 되돌아가는 것을 목표로 한다. 좁은 의미의 복원에 비해 실현 가능성은 높지만 여전히 많은 한계가 있다.

복구 전략은 복원과 마찬가지로 표준생태계에 근거하여 복원 대상 생태계의 역사적 전형과 훼손 이전의 건전한 상태를 목표로 하고 있으나, 이 두 행위는 그 목적과 전략이 다르게 설정된다. 복구는 생태적 형성과정, 재화와 서비스 등에 대한 보상 전략을 강조하지만, 복원의 목표는 종 구성이나 군집 구조의 개념에서 과거에 나타났던 생물학적 건전성 등도 적용하게 된다. 광의의 복원은 복구의 개념을 포함한 다양한 전략을 모두 일컫는다. 대부분의 복원사업은 복구의 의미에 해당된다고 할 수 있다. 이와 관련하여 복구수준의 복원을 회복으로 정의하기도 하였다.

대체는 원생태계와 구조적으로는 다르나 기능적으로 동등 이상의 기능을 하는 새로운

생태계를 조성하거나 복원 목표를 기능 중심으로 설정하는 것이다. 대부분의 생태복원이 상당한 수준으로 훼손된 생태계를 대상으로 수립된다는 점에서 매우 실천 가능성이 높은 현실적 전략으로 간주되고 있다. 다만, 대체를 전제로 한 의도적인 훼손은 분명히 없어야 할 것이며 생태계 훼손 이전에 충분한 조사 분석을 통해 생태계 보전(conservation) 전략이 우선되어야 할 것이다.

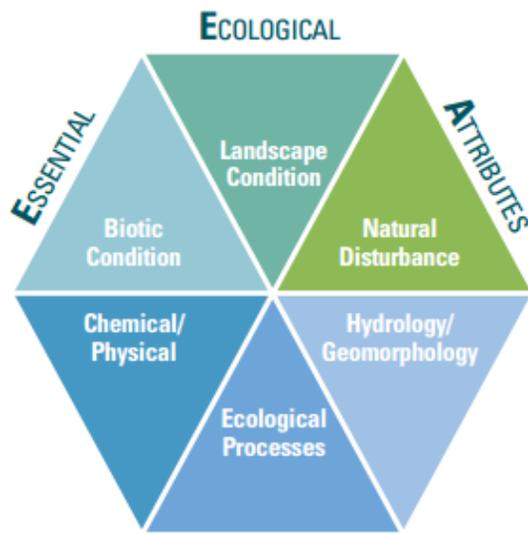
현존 생태계의 구조 변경은 최소화하되 기능을 더 좋게 하는 것을 향상(enhancement) 전략이라고 한다. 즉 원래의 생태계 또는 유사한 상태로 다시 되돌리는 것이 곤란한 경우, 복원 방법은 훼손된 생태계의 '향상'에 초점을 맞춘다. 이를 통해 생태계는 자기조절이 가능한 군집 구조와 기능을 수행할 수 있게 된다. 반면에 아무런 조치도 취하지 않는 방치(neglect) 전략도 가능한데 이런 경우에는 장기적으로 자연형성과정에 의해 회복되는 것도 가능하지만 대부분 생태계 구조와 기능이 심각하게 훼손되었기 때문에 소멸되는 경우가 많다.

완화는 환경적 영향을 받아 훼손된 생태계에 대한 보상 전략으로서, 미국 등에서는 주로 습지 등의 생태계에 악영향을 끼치는 개발 사업에 대한 허가의 전제조건으로 완화전략을 수립하도록 하고 있다. 좀 더 근본적인 노력으로서 창출(creation)은 새롭게 조성하는 개념으로서 주로 식생이 없는 지형에 완화전략으로 새로 서식처 등을 도입하는 경우에 적용된다.

훼손상태에 따라 자연재생의 방향성을 보수재생과 창조재생으로 구분하기도 한다(草刈秀紀, 2003). 낮은 수준의 훼손으로 절멸종의 공급이 가능한 경우 핫스팟 지역으로 남거나 최소한의 노력으로 원래 수준의 생태계 기능을 회복할 수 있는 보수재생이라 하고, 높은 수준의 훼손으로 절멸이 심한 경우 생물서식지를 창출하는 등의 창조재생이라 한다.

생태적 온전성(Ecologic Integrity)은 생태계 내의 생물군집과 물리적 환경의 구조, 구성 요소와 그들 간의 자연적인 과정이 건강하고 지속가능함을 뜻한다. 이러한 생태계는 스트레스와 변화를 수용하여 웬만한 범위 내에서 회복과 지속가능성을 가진 상태이며 영양염류의 순환, 천이, 수위 및 유량패턴의 변화, 침전물의 부식과 퇴적 역학 등 다양한 생태적 과정이 각자 제 기능을 수행하는 상황을 의미한다. 이때 수생태계는 살아있으며 다양하고 지속가능한 구조이어야 한다. 또한 대상 하천이 훼손, 교란되기 이전의 구조를 회복하고 생물적 구성 요소 및 이화학적 구성요소가 되살아나야 한다. 이를 위해 하천은 그 인접 토지 공간과의 상호작용이 가능하도록 물리적 구조, 즉 수로의 사행성, 하중도와 같이

생물 군집이 서식할 수 있는 공간이 확보되어야 한다. 또한 상·하류역과 자연적 연결성이 확보됨은 물론, 수변의 습지와 지형이 복원되어야 물의 흐름과 함께 자연적인 물의 변동 주기와 그에 따른 영양염류의 순환 등이 회복 가능해지면서, 종적, 횡적으로 그 공간에 서식 가능한 고유종들이 복원된다.



Healthy watersheds concept-USEPA/owow¹

[그림 2-6] 생태적 온전성의 주요 요소와 상호 관계

제4절 연구의 관점 및 기대효과

1. 연구의 관점

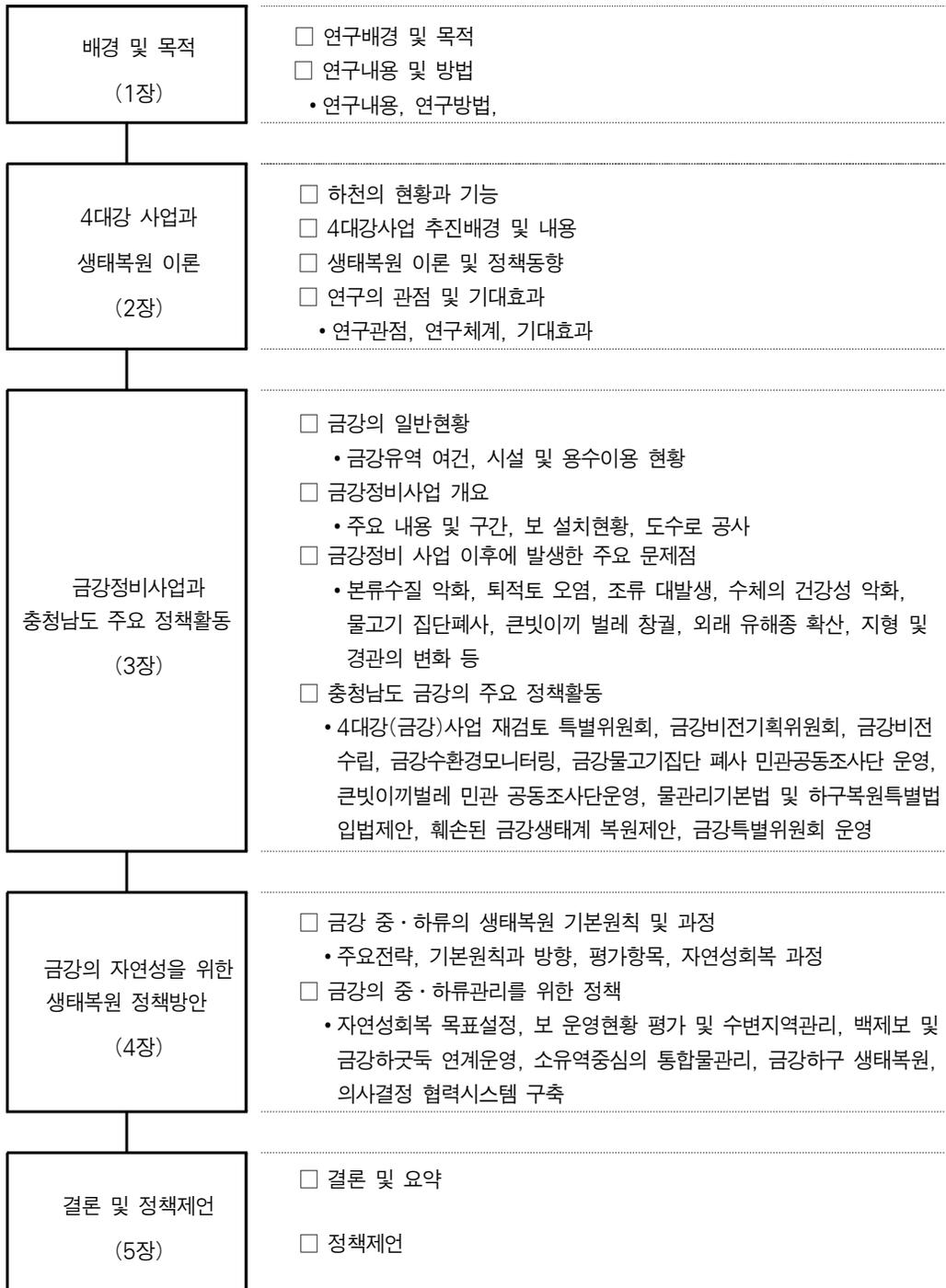
금강정비사업 이후 중하류 금강 물환경이 급격하게 변화되었으며, 특히 보 운영에 따른 수질악화 및 주변 생태계가 나쁘게 변화하여 전문가 및 시민단체의 우려가 확산되었다. 현재의 서식 환경 변화에 따른 수생태계 건강성 확보를 위한 관리방안을 도출하기 위해서는 정부 차원의 모니터링을 검토할 자주적인 모니터링과 분석능력 확보가 필요하며, 큰빛이끼 벌레 창궐, 보 퇴적물오염, 수생태 변화에 따른 장기적이고 지속적인 모니터링을 통해 신뢰성 있는 자료구축과 원인분석이 필요하다.

본 연구는 충남지역에서 행해진 금강 정비사업과정에서 나타난 여러 가지 문제를 고찰하고 향후 지속가능한 금강을 관리하고 공유하기 위한 정책방안을 찾고자 하였다. 따라서 금강정비사업 이후 수 환경변화 모니터링의 추진배경에서부터 8년 동안 수행한 금강 수 환경모니터링 결과를 종합적으로 정리하고 그동안 사업의 성과를 평가하였다.

충청남도가 주체적으로 금강수계 광역지자체, 유관기관 및 시민단체와 거버넌스 구축하여 협력을 바탕으로 성공적으로 추진한 모범사례를 확산하고 ‘금강 수 환경 모니터링 사업’ 중간평가와 모니터링 지속추진여부의 필요성을 판단할 수 있는 계기가 될 것이다.

따라서 본 연구의 관점은 금강정비사업 이후 금강의 중하류지역에서 나타난 수질오염과 퇴적토 오염문제, 녹조 대발생, 수체의 건강성 문제, 지형 및 경관의 변화 등 역기능을 토대로 금강의 지속가능한 생태복원방안에 초점을 두고 있다.

2. 연구의 추진체계



3. 연구의 기대효과

4대강사업 일환으로 추진한 금강정비사업의 추진과정에서 충남도의 대응정책 과정과 중하류 모니터링 결과를 토대로 하여 지속가능한 금강관리를 위한 생태복원의 정책방안을 제시하고 활용할 수 있을 것이다.

즉, 금강 중·하류지역에서 4대강사업 추진이후 나타난 역기능을 토대로 금강의 지속성을 고려한 정책적 방향은 환경용량 범위 안에서 각종 정책이 실현되도록 함으로써 생태적으로 지역민의 생활수준향상과 더불어 금강과 금강 주변을 생활기반으로 하는 유역민의 건강한 생활터전으로 개선되리라 기대한다. 금강 수질 및 수생태 자료 등은 중하류 지역 및 금강 하구역의 수질개선과 생태복원을 위한 정책 수립의 기초자료로 활용되어 가까운 미래 또는 중장기적 차원에서 하천 수생태 환경관리를 위한 최적관리방안 마련에 활용될 수 있을 것이다.

한편, 충청남도는 금강관리에 대한 중앙정부 정책과 연계할 수 있는 정책논리를 마련함과 동시에 유역공간에 대한 중앙부처별 금강유역의 시·군별 분절적으로 추진 중인 정책과 제도의 틀을 통합·보완하고, 금강의 생태복원 정책을 효율적이고 주도적으로 추진해 나갈 수 있을 것으로 기대한다.

제3장 금강정비사업과 충청남도 주요 정책활동

제1절 금강유역의 일반현황

1. 금강유역 현황

금강유역의 북쪽은 차령산맥을 분기로 우리나라에서 제일 큰 한강유역과 접해있으며, 동쪽은 소백산맥을 경계로 낙동강유역과 접하고 있다. 남쪽은 섬진강 및 만경강 유역과 접하고 있으며, 서쪽으로는 서해와 접해 있다. 또한, 금강유역의 북서쪽은 안성천·삽교천 유역과 접하고 있다.

금강 유역 내 행정구역은 대전광역시를 비롯하여 충청남·북도, 전라북도, 경상남·북도, 경기도 일부가 위치한다. 유역 상류부에는 용담댐, 중류부에는 대청댐, 하류부에는 하굿둑 등 주요 시설물이 설치되어 유역 내 치수 및 이수 기능의 주요기능을 담당하고 있다.

금강 물은 전라북도 장수군 장수읍 수분리 신무산에서 발원하여 용담호를 거쳐 북쪽으로 흐르면서 남대천, 봉황천, 초강천, 보청천 등과 차례로 합류되면서 대전광역시 북쪽에 위치한 대청호에 이른다. 대청호(댐)에서 유출한 금강 물은 대청조정지대를 거쳐 서쪽으로 흐르며, 대전지역에서 유입하는 갑천과 합류한 후 다시 충북지역에서 유입하는 미호천과 합류한 후 세종보를 지나게 된다. 금강은 다시 남서방향으로 흐르면서 충청남도 공주지역의 용수천, 제민천, 정안천 등과 차례로 합류하면서 유하하여 공주보에 저류되었다가 유구천 등과 합류한다. 공주와 청양지역에 유입하는 크고 작은 하천과 만나서 백제보에 다시 저류 후 유출한 금강물은 청양지역의 지천과 합류한 후 강경 부근에서는 논산천과 합류하여 금강호에 일시 저류 되었다가 금강호(금강하굿둑)의 배수갑문을 거쳐 서천(장항읍)과 군산 사이로 흘러 최종적으로 서해에 유출한다.



(그림 3-1) 금강유역 수계도

2. 수계의 구성

금강유역은 우리나라 중앙부 서쪽에 위치하며, 제3의 유역으로서, 전체 유역면적은 9,912km²로 8개 시·도와 50개 시·군·구가 공유하고 있다. 금강본류의 유로길이는 397.8km이고, 금강수계에 금강 본류를 포함하여 7개소의 국가하천과 461개소의 지방하천으로 구성되어 있는데, 국가하천(481.50km)과 지방하천(3,258.09km)의 총 길이는 3,739.59km이른다.



표시	구분	개소수	연장(km)
	국가하천	7	481.50
	지방하천	461	3,258.09
합계		468	3,739.59

(그림 3-2) 금강유역 하천 모식도

금강은 충청권지역에서 ‘생명의 젖줄’로 일컬어진다. 금강상류는 용담댐 설치로 수자원 가치가 비교적 높은 금강물은 수계 외지역인 전북지역의 만경강과 동진강 수계로 상당량이 유출되고, 대청댐 설치로 인하여 다시 금강수계 밖으로 크게 유출된다. 이처럼 금강상류에 설치된 용담댐과 대청댐에서 많은 금강물이 수계 밖으로 유출된 후 대청댐 하류인 금강 중류에서 대전지역의 갑천과 청주지역의 미호천이 금강본류 수질보다 훨씬 나빠진

상태로 금강에 합류한다. 이후 세종지역을 거쳐 충남지역을 관류하게 되는데 세종보, 공주보 및 백제보 설치로 인한 유속이 느려지고 체류시간이 길어짐에 따라 수질과 수생태 조건이 더욱더 나빠진 상태에서 금강하굿둑 설치로 형성된 금강호를 만나게 된다.

이와 같은 금강유역의 조건에서 금강중류에 최근 4대강사업 준공 후 금강 물을 수계 밖으로 유출하는 공사가 추가되었다. 공주보 하류의 금강물을 농업용수로 이용하기 위하여 예당저수지에 이송하는 시설을 설치하여 운영 중이다. 또한, 백제보 하류의 금강물을 충남 서북부 광역생활용수 및 공업용수를 공급하기 위하여 보령댐으로 이송하는 시설을 추가적으로 설치하여 운영 중에 있다.

3. 시설 및 용수이용 현황

금강본류에 설치한 주요시설물인 다목적댐, 4대강 사업 전·후의 3개보 및 도수로시설, 하굿둑시설에 한정하여 기술하고자 한다.

가. 다목적 댐 및 조정지댐

금강에 2개의 다목적 댐과 대청호 하류에 조정지댐이 설치되어 있다.

1) 용담다목적댐

1990년 10월부터 2006년 12월까지 공사가 이루어졌다. 댐의 형식은 콘크리트 표면 차수벽형 석괴댐으로 높이 70m, 길이는 498m이다. 총저수량은 8억 1,500만 톤, 유역면적은 930km²이다. 댐에는 홍수 조절을 위해 5개의 여수로가 갖추어져 있으며, 전라북도 진안군 용담면 월계리의 금강 상류에 위치해 있다.

용담댐은 발전·용수 공급·홍수 조절 등의 다양한 목적으로 사용되고 있으나 주된 목적은 생활용수 부족 문제를 해결하기 위하여 건설 교통부가 1992년 11월에 착공하여 2001년 11월에 준공하였다.

2013년 현재 용담댐의 건설로 전주·익산·김제와 군산·장항 산업 기지 등 서해안 지역

300여 만 명의 주민과 공장·농지에 연간 4억 9,200만 톤의 생활용수·공업용수를 공급한다. 2009년 기준으로 1일 40만^m³ 내외의 수돗물을 생산하여 전주·익산·김제·완주·충남 서천 등 6개 시·군에 생활용수를 공급하고 있다. 댐 왼쪽에 설치되어 있는 여수로 5개가 1억 3700만 톤의 홍수 조절 능력을 갖추고 있어 상습 침수 지역인 금강 중류, 하류 지역의 홍수에 대비할 수 있다. 수력 발전소에서는 연간 1억 9800만kW의 전력을 생산한다.



(그림 3-3) 용담댐 전경

2) 대청다목적댐

우리나라 3번째로 큰 댐이다. 1975년 3월부터 1981년 6월까지 공사를 하였다. 용담댐 유역을 제외한 대청댐 유역면적은 4,134km²이다. 댐의 높이는 72m, 길이 495m, 체적 123만 4,000^m³의 콘크리트 중력식댐과 석괴식댐으로 구성된 복합형 댐으로 금강하구에서 상류 150km 지점에 대전광역시와 충청북도가 만나는 지점에 위치해 있다. 대청댐의 주요시설로는 저수용량 14억 9,000만^m³의 본댐과 조정지댐이 있으며, 본댐 주변에는 저수지의 물이 다른 지역으로 넘치지 않게 해주는 3개의 보조댐이 있다. 또한, 대전과 청주지역으로 용수를 공급하기 위한 도수로와 시설용량 9만kW의 수력발전소가 있다. 이 댐은 1975년 3월에 공사를 착수해 5년 9개월의 공사 끝에 1980년에 완공했다.

댐의 완공으로 댐 하류지역의 홍수피해를 경감시키는 한편 대전, 충북(청주), 충남 지역에 생활용수와 공업용수를 공급하고 있다.



[그림 3-4] 대청댐 전경

3) 대청조정지댐

1977년 12월부터 1980년 11월까지 공사를 하였다. 대청조정지댐에서 충북 청주와 충청남도의 천안 아산 당진지역의 대청2단계 생활용수 및 공업용수를 이용하기 위하여 취수를 하고 있다. 또한 소수력발전기 4기가 설치되어 있다. 댐의 형식은 C.G.D이며 높이 16.7m, 길이 234m, 정상표고는 36.7m이다. 계획홍수위는 35.1m, 상시만수위 30m, 저수위는 25m이다.



[그림 3-5] 대청조정지댐 전경

나. 금강하굿둑

금강물이 서해로 유출하는 최종지점에 농경지의 염해를 방지하고 농업용수 취를 목적으로 조성한 금강하굿둑이 위치한다. 충남 서천군 마서면과 전북 군산시 성산면을 이어주는 대단위 농업개발사업의 일환으로 농업기반공사(현: 한국농어촌공사)가 국가대행 사업으로 8년 동안 1천억원의 사업비를 투입하여 1983년 착공, 1990년도에 완공된 하굿둑이다.

하굿둑의 길이는 약 1.8km이고, 넓이는 51.5m, 높이는 14.6m 규모를 가지고 있다. 금강 하굿둑은 약 1억 4천만 톤의 양을 저수할 수 있는 능력을 가지고 있으며 수자원 확보뿐만 아니라 1,841m의 제방은 충남과 전북을 잇는 교량역할과 관광자원으로서의 역할을 하고 있다. 또한, 전라북도와 충청남도 일원에 농업용수와 공업용수를 공급하고, 금강 주변 지역의 홍수를 조절한다. 또한, 바닷물의 역류를 막아 농경지의 염해 피해를 막고 있다.



(그림 3-6) 금강 하굿둑 전경

2. 금강 정비사업의 주요내용

가. 사업량 및 사업비

금강정비사업은 금강하상의 모래준설과 3개보(세중보, 공주보, 백제보) 건설이 가장 큰 부분을 차지한다. 세부내용으로 하도정비·준설 및 3개보(0.5억^m)설치, 농업용저수지 30개 증고(0.6억^m) 및 양·배수장 설치, 제방보강 71km, 천변 농지를 정리하여 하천의 자정능력을 향상시킨다는 계획이었다. 또한, 강 중심의 지역발전을 위해 친수공간과 자전거도로(248km)를 조성한 사업이다.

금강정비사업으로 인한 오염물질 유입량을 줄이기 위해 수질개선과 생태복원을 목표로 2012년 까지 BOD기준 좋은 물 비율 79%(T-P농도기준 0.118mg/L 달성)로 제시하고 주요 환경기초시설 확충 및 고도화, 비점오염원 관리 등 총 338개 사업, 생태복원으로 생태습지 조성(6개소), 생태하천조성(199km)등을 제시하기도 하였다. 그러나 소요된 예산 규모 비율로 볼 때, 52.3%가 하천에 관련된 사업이고, 농업용 저수지 증고 사업에 21.3%가 투입되었고, 수질대책으로 26.3%가 배정되었다.

〈표 3-1〉 금강정비사업의 개요 및 예산내역

구 분	사 업 내 용	금 강		충청남도·세종시		비율 (%)	
		사업량	사업비(억원)	사업량	사업비(억원)		
총 계			31,723		20,026	100	
국 토 교 통 부	소 계		16,598		13,741	52.3	
	공 사 비	하도 정비·준설	0.5억 m³	3,720	0.40억 m³	2,860	11.7
		보 설 치	3개소	2,023	3개소	2,023	6.4
		생태하천조성	41/124km	5,772	27/106km	2,753	18.2
		제방보강	26/71km	2,371	14/29km	1,113	7.5
		자전거도로	248km	303	192km	272	1.0
		양배수장 등 기타	1식	2,409	1식	2,245	7.6
		보상비			1식	2,475	
농림축산 식품부	농업용저수지 증고	30개소	6,767	11개소	2,689	21.3	
환경부	수 질 대 책	338개소	8,358	150개소	3,596	26.3	

나. 보 설치현황

금강정비사업으로 대청조정지댐과 금강하굿둑 사이에 규모가 큰 3개의 보가 설치되었다. 금강과 미호천이 만나 유하하는 지점에 세종보가 설치되었고, 공주시가지를 지나 금강 제1지류 하천인 유구천 합류 전 곰나루지점에 금강보가 설치되었다. 이후 부여 시가지를 지나 금강 제1지류 하천인 지천이 합류하기 전에 백제보를 설치하였다.



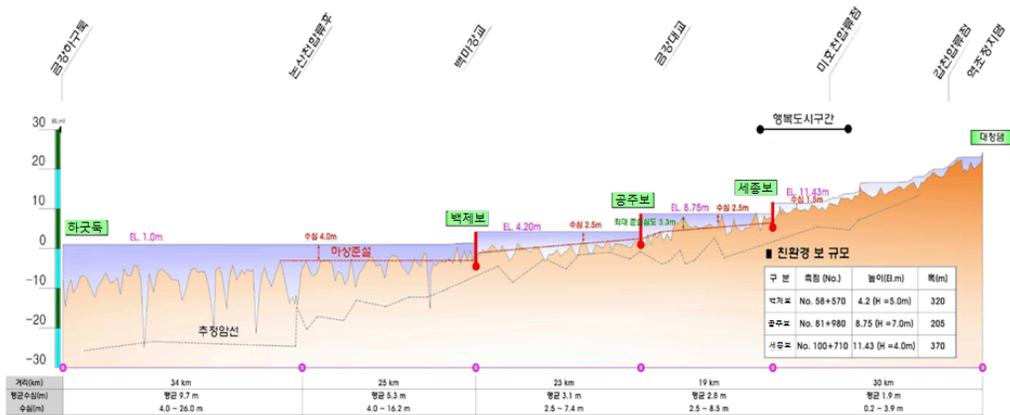
(그림 3-8) 금강정비사업에 포함된 3개보의 위치

공사기간은 약 2년 6개월에서 3년 정도가 소요되었다. 세종보의 경우 2009년 5월 26일 착공하여 2012년 6월 20일 준공하였고 공주보는 2009년 10월 23일 착공한 후 2012년 7월 31일 준공하였다. 한편, 백제보의 경우 2009년 10월 23일 착공하여 2012년 7월 4일에 준공하였다.

세종보, 공주보, 백제보의 전경, 유하거리별 하상높이 및 제원은 다음과 같다.



(그림 3-9) 세종보·공주보·백제보의 전경



(그림 3-10) 3개보의 유하거리별 하상높이

<표 3-2> 세종보 제원

유역면적(km ²)	6,942	길이(m)	348
정상표고(EL.m)	11.8	높이(m)	2.8~4.0
계획홍수위(EL.m)	23.43	계획홍수량(m ³ /초)	12,795
상한수위(EL.m)	12.3	관리수위 저수용량(백만m ³)	5.7
관리수위(EL.m)	11.8	하한수위 저수용량(백만m ³)	0.9
하한수위(EL.m)	8.2	갈수위(EL.m)	9.6
전도식 가동보 2식	형식	개량형 전도식 가동보	
	규모	길이 80.0m × 높이 2.8m × 2문, 보 기둥 길이 0.5m × 4EA	
	월류언 부표고	EL. 9.00m	
전도식 가동보 1식	형식	개량형 전도식 가동보	
	규모	길이 60.0m × 높이 4.0m × 1문, 보 기둥 길이 0.5m × 2EA	
	월류언 부표고	EL. 7.80m	
고정보	형식	콘크리트 중력식	
	규모	길이 125.0m × 높이 2.8~4.0m	
	월류언 부표고	EL. 11.80m	
소수력 발전	형식	횡축 카플란(Kaplan)수차(동기발전기)	

	규모	2,310kW(770kW × 3기)
	유효낙차	2.51m
	발전 사용수량	113.4m3/초(37.8m3/초 × 3기)
어도	위치	좌안
	형식	자연형 수로식 어도
	규모	길이 355m × 폭 4~40m
	월류언	EL. 11.4m

〈표 3-3〉 공주보 제원

유역면적(km ²)	7,408	길이(m)	280
정상표고(EL.m)	8.75	높이(m)	7
계획홍수위(EL.m)	17.72	계획홍수량(m ³ /초)	12,040
상한수위(EL.m)	9.25	관리수위 저수용량(백만m ³)	15.5
관리수위(EL.m)	8.75	하한수위 저수용량(백만m ³)	1.6
하한수위(EL.m)	2.6	갈수위(EL.m)	3.3
가동보 3문	형식	수문형가동보(리프트게이트)	
	규모	길이 20m × 높이 7m × 1문 길이 40m × 높이 7m × 2문 보기둥 길이 3.0m × 6EA	
	월류언 정부표고	EL. 2.05m	
전도식 가동보 3문	형식	복합형가동보	
	규모	길이 40m × 높이 1m × 3문	
	월류언 정부표고	EL. 7.75m	
고정보	형식	콘크리트 중력식	
	규모	길이 36m × 높이 7m	
	월류언 정부표고	EL. 8.75m	
공도교	형식	강박스 거더교 + IPC 거더교	
	규모	길이 465m × 폭 11.5m	

	하단표고	EL. 21.87m
소수력발전	형식	횡축 카플란(Kaplan)수차(동기발전기)
	규모	3,000kW(1,500kW × 2기)
	유효낙차	4.20m
	발전 사용수량	90.0m ³ /초(45.0m ³ /초 × 2기)
어도	위치	자연형(좌안), 인공형(우안)
	형식	복합형(자연형 + 인공형)
	규모	자연형(길이 260m × 폭 3m), 아이스하버식 (길이 140m × 폭 6m)
	월류언	EL. 8.40m(자연형), EL. 8.60m(인공형)

〈표 3-4〉 백제보 제원

유역면적(km ²)	7,976	길이(m)	311
정상표고(EL.m)	4.2	높이(m)	5.3
계획홍수위(EL.m)	12.62	계획홍수량(m ³ /초)	12,580
상한수위(EL.m)	4.7	관리수위 저수량(백만m ³)	24.2
관리수위(EL.m)	4.2	하한수위 저수량(백만m ³)	5.7
하한수위(EL.m)	1.0	갈수위(EL.m)	1.0
가동보 3문	형식	2단 첼게이트	
	규모	길이 36m × 높이 5.3m × 3문, 게이트 높이 : (상단) 2.75m, (하단) 2.55m 보 가동 길이 3.0m × 4EA	
	월류언 정부표고	EL. -1.1m	
고정보	형식	콘크리트 중력식	
	규모	길이 191.0m × 높이 5.3m	
	월류언 정부표고	EL. 4.2m	
공도교	형식	2주형 판형교(소수주형 판형교)	

	규모	길이 680.0m × 폭 7.0m
	하단표고	EL. 15.52m(피어 상단 높이)
소수력발전	형식	횡축 카플란(Kaplan)수차(동기발전기)
	규모	2,640kW(660kW × 4기)
	유효낙차	2.30m
	발전 사용수량	138.0m ³ /초(34.5m ³ /초 × 4기)
어도	위치	우안
	형식	자연형 어도
	규모	길이 820m × 폭 12m
	일류언	EL. 3.9m

3. 도수로 공사

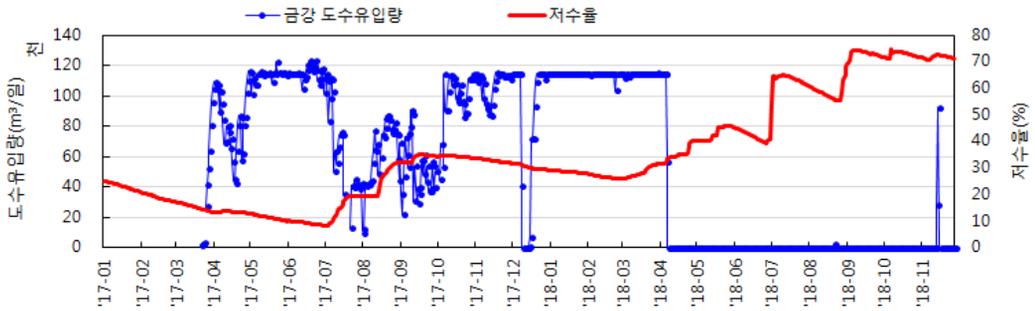
금강정비 사업이후 추가공사가 진행되었다. 당초 4대강살리기사업에 포함되지 않았으나 정비사업 이후 충남서북부 생활용수 공급원인 보령댐(보령호)과 예산과 당진지역의 농업 용수 공급지역인 예당호의 수량부족을 이유로 도수로 공사가 시행되었다. 추진당시 공사의 시급성 등으로 사업의 타당성조사 및 환경영향평가 등의 절차가 생략되어 추진되었다.

가. 보령댐(보령호) 도수로 공사

충남서북부의 가뭄재난 극복을 위해 금강물을 보령댐에 공급하는 ‘보령댐 도수로’ 건설하기로 2015년 9월 24일 국가정책조정회에서 결정하였다. 금강정비사업 준공 이후 4대강 사업의 효과성을 강조하면서 보령시에 위치한 보령호(보령댐)로 금강 물을 이송하기 위한 도수로 공사를 국토교통부로부터 위탁받아 한국수자원공사가 시행하였다. 공급지역은 백제보 하류의 금강본류에서 취수하여 전처리 및 여과과정을 거쳐 보령댐 상류인 반교천에 방류하여 보령호(보령댐)까지 이르게 된다. 시설용량은 11,500m³/일(1.33m³/s)규모이다.

- 시설개요 : 관로 L=21.9km(D1,100mm), 취수장 1개소, 가압장 2개소
- 사업비 : 690억원

- 공사기간 : 2015.10월말~2016. 2월말



자료 : 충청남도, 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년) 최종보고회

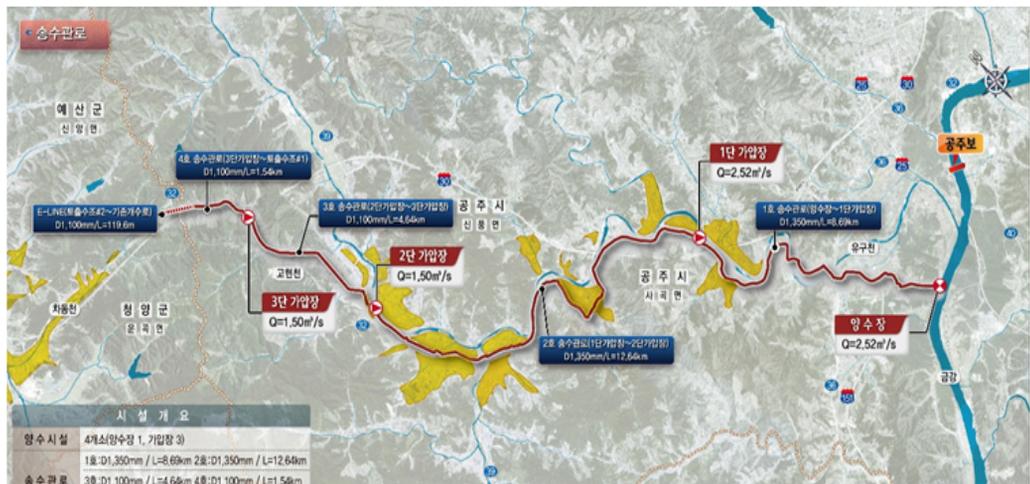
(그림 3-11) 보령댐 도수로 현황도

나. 예당호 도수로 공사

금강정비사업 준공 이후 예산군에 위치한 예당호에 농업용수가 부족하다는 이유로 금강 물을 이송하기 위한 도수로 공사가 시행되었다. 농림축산식품부로부터 위탁받아 한국농어촌공사가 사업을 시행하여 운영 중이나 최근 예당호의 수질상태가 나빠져 예당호 관광객으로부터 민원발생을 우려하여 예산군은 한국농어촌공사에게 예당호 호소환경기준에 적합하게 전처리 후 이송해 줄 것을 요구하고 있다. 공주보 하류의 금강본류를 취수하여 차령산맥의 도수터널을 통과하여 청양군의 차동천 상류에 방류한 후 예당호에 이르게 된다. 시설용량은 217,728m³/일(2.52m³/s) 이다.

- 시설개요 : 양수장1 가압장3, 관로27.5km, 도수터널 727m
- 공급농경지: 7,887ha(상시공주, 예산지역 970ha,비상시 해당지 수혜지역 6,917ha)
 - ※ 공주시(우성, 사곡, 신평, 유구), 예산군(신양, 대흥, 광시)
- 사업비 : 1,022억원(전액국비)
- 사업기간 : 2015년 11월~2017년12월(3년)

2015.11.10 가뭄대비 응급조치 사업추진 결정(국민안전처)
 2015.11.11 당정협의 결과 긴급 재난사업 결정 발표(농림축산식품부)
 2016.02.05 기본계획 승인(농림축산식품부)
 2016.02 ~ 2017.12월 실시설계 및 준공
 2018.07.09. ~ 2018. 8월까지 18일간 가동(12.96만m³/일, 총 199만m³)
 (※ 이후 현재 가동하지 않고 있음)



자료 : 충청남도, 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년) 최종보고회

(그림 3-12) 예당호 도수로 현황도

제3절 금강정비사업 이후에 발생한 주요 문제점

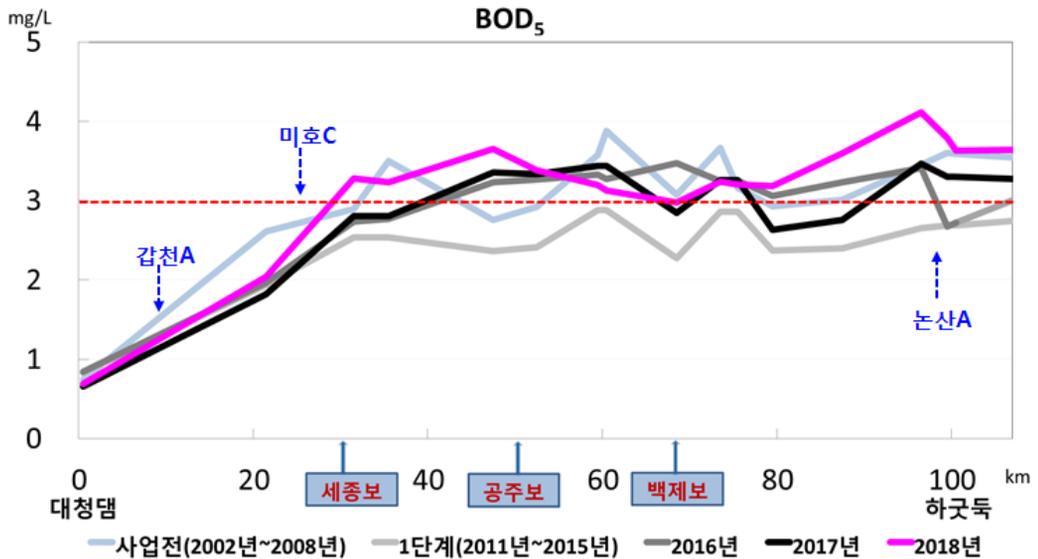
1. 금강 본류 수질 변화

금강정비사업이 활발하게 추진한 공사기간(2009년~2010년)을 제외하고 정비사업이 시행되기 전(2002~2008년), 금강 수환경 모니터링 1단계(2011년~2015년)와 2016년, 2017년, 2018년(1월~11월) 등 총 5기간으로 구분하여 대청조정지댐 방류부터 금강 하굿둑까지 유하거리에 따른 수질변화를 평가한 결과이다.

가. 생물화학적 산소요구량(BOD₅)

금강 중·하류의 금강 물환경기준은 II등급으로 설정되어 기준은 BOD₅ 3mg/L이하이다. BOD₅ 농도는 1단계 연구기간 동안에 사업전보다 대부분의 구간에서 낮아졌다. 그러나 점차 1단계보다 세종보, 공주보, 백제보 지역을 중심으로 BOD₅ 농도가 증가하였으며, 세종보 하류에서는 40.9%, 백제보 하류에서는 42.0%가 증가하였고 전체적으로 평균 13.4% 정도 증가한 것으로 나타났다.

환경기초시설의 방류수질 개선으로 주요 지류하천의 수질이 상당히 개선되었음에도 불구하고 본류의 수질이 점차 과거의 수준으로 돌아가는 것은 외부오염원보다는 내부생산량 증가와 보 상류 하상 퇴적물의 재부상 등에 의한 영향으로 유추할 수 있다.



※ BOD₅(하천): ≤1 매우 좋음(Ia), ≤2 좋음(Ib), ≤3 약간좋음(II), ≤5 보통(III), ≤8 약간 나쁨(IV), ≤10 나쁨(V), >10 매우 나쁨(VI)

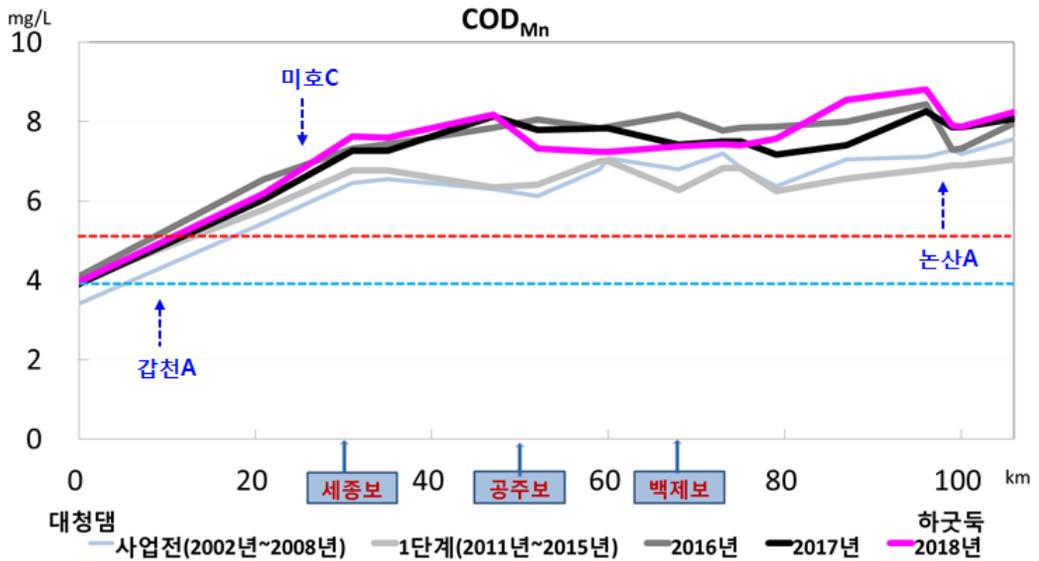
자료 : 충청남도, 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년) 최종보고회

(그림 3-13) 금강분류 유하거리에 따른 단계별 평균 BOD₅ 농도 변화

나. 화학적 산소요구량(COD_{Mn})

금강 중·하류의 물환경기준은 II등급으로 COD_{Mn} 5mg/L이하이다. 만일 보 설치로 인한 유속이 거의 없어 호소의 형태라면 COD_{Mn} 4mg/L이하이어야 한다. 갑천과 미호천이 합류한 구간이후부터 모든 구간이 환경기준을 초과하고 있다. 농도 변화를 살펴보면, 1단계 시작 시점에는 농도가 낮아졌으나, 시간이 지날수록 농도가 증가하여 사업 전 수질과 유사한 수준을 보이고 있다. 2단계에서 세종보 상류를 제외한 전 구간에서 1단계보다 증가하였고 보 구간에서 증가폭이 크게 나타났으며, 세종보 하류에서 25.5%, 백제보 하류에서 24.0%가 증가한 것으로 나타났다. 2017년의 경우 2016년에 비해 백제보 하류부터 다소 낮아졌으나, 하굿둑 인근에서 다시 높아진 것으로 나타났다.

COD_{Mn}는 난분해성 유기물 함량을 나타내는 지표 가운데 하나로, BOD₅ 농도에 비해 사업 전 수준을 훨씬 초과하고 있는 것으로 나타나 금강 본류의 정체구간의 증가로 인해 유기물의 내부생산량 증가 및 축적 등이 지속적으로 진행되고 있음을 유추할 수 있다.



※ COD_{Mn}(하천): ≤2 매우좋음(Ia), ≤4 좋음(Ib), ≤5 약간좋음(II), ≤7 보통(III), ≤9 약간나쁨(IV), ≤11 나쁨(V), >11 매우나쁨(VI)

COD_{Mn}(호소): ≤2 매우좋음(Ia), ≤3 좋음(Ib), ≤4 약간좋음(II), ≤5 보통(III), ≤8 약간나쁨(IV), ≤10 나쁨(V), >10 매우나쁨(VI)

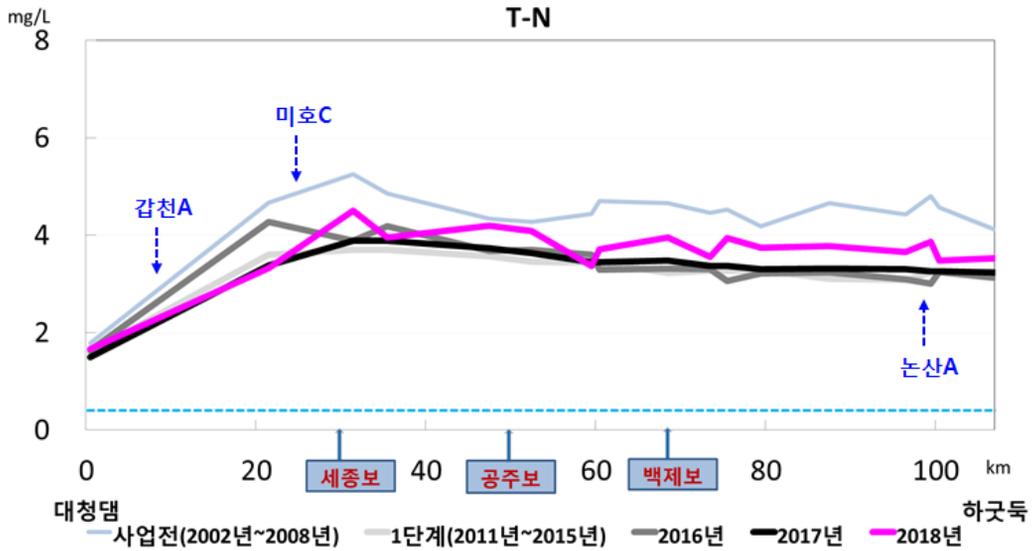
자료 : 충청남도, 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년) 최종보고회

[그림 3-14] 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 COD_{Mn} 농도변화

다. 총질소(T-N)

T-N 농도 변화를 살펴보면 1단계는 모든 구간에서 사업전보다 낮은 수준으로 감소되는 것으로 나타났으며, 2단계에는 보가 설치되어있는 금강 본류구간에 1단계보다 농도가 증가하기는 하였지만 모든 구간에서 사업 전보다 감소하였다.

2017년의 경우 2016년에 비해 거의 모든 구간에서 T-N 농도가 낮아진 것으로 나타났다.

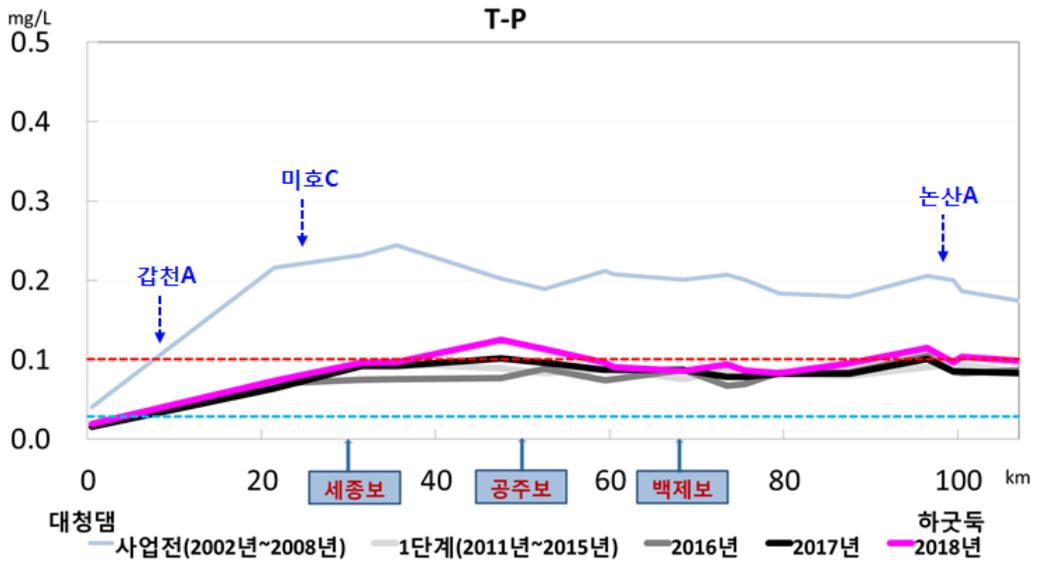


※ T-N(호소): ≤0.2 매우좋음(Ia), ≤0.3 좋음(Ib), ≤0.4 약간좋음(II), ≤0.6 보통(III), ≤1.0 약간나쁨(IV), ≤1.5 나쁨(V)
 자료 : 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년) 최종보고회

(그림 3-15) 금강분류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-N 농도변화

라. 총인(T-P)

T-P 농도는 지류하천에 위치한 환경기초시설(공공하수처리시설, 폐수종말처리시설 등)의 고도처리로 인해 사업이후 매년 지속적으로 감소하여 1단계 및 2단계 모든 구간에서 평균 농도의 절반정도로 수질등급 0.1 mg/L 이하인 약간 좋음(II) 등급의 수준을 보였다. 2단계의 1차년도(2016년)의 경우 1단계보다 대부분의 구간에서 농도가 감소하였으며, 2차년도(2017년)의 경우 1단계보다 농도가 증가한 구간이 나타났으나, 유기물 지표인 BOD₅나 COD_{Mn}와 달리 영양염류인 T-N과 유사하게 사업 전보다 지속적으로 낮아지고 있는 현상을 보이고 있다.



※ T-P(하천): ≤0.02 매우좋음(Ia), ≤0.04 좋음(Ib), ≤0.1 약간좋음(II), ≤0.2 보통(III), ≤0.3 약간나쁨(IV), ≤0.5 나쁨(V), >0.5 매우나쁨(VI)

T-P(호소): ≤0.01 매우좋음(Ia), ≤0.02 좋음(Ib), ≤0.03 약간좋음(II), ≤0.05 보통(III), ≤0.1 약간나쁨(IV), ≤1.5 나쁨(V), >1.5 매우나쁨(VI)

자료 : 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년) 최종보고회

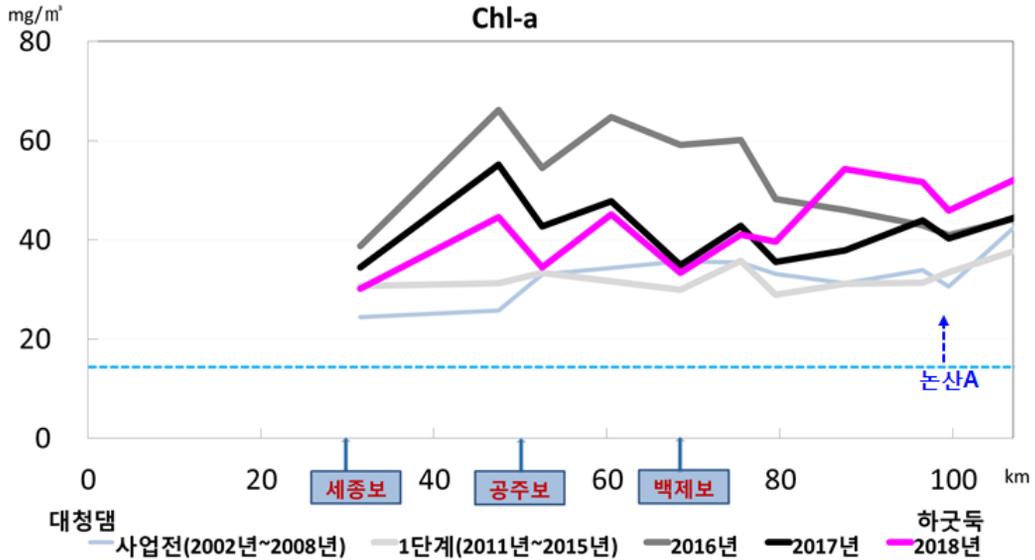
(그림 3-16) 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 T-P 농도변화

마. 클로로필a(Chl-a)

Chl-a 농도는 1단계 시작지점에는 사업전보다 낮았으나 지속적으로 증가하기 시작하여 후반기에는 모든 구간에서 사업 이전 수준을 상회하거나 유사한 수준을 보였다. 유하거리에 따른 분석 결과, 1단계는 공주보 이전에는 사업 전보다 높았으나 공주보 이후 사업 전에 비해 다소 낮아진 것으로 나타났다.

2단계에는 1단계보다 대부분의 구간에서 크게 증가하였는데, 특히 세종보 하류에서는 약 2배 정도(87.6%)가 증가하였으며 모든 구간에서 평균 38.1% 증가한 것으로 나타났다. 2017년의 경우 2016년에 비하여 농도가 다소 감소한 것으로 나타났다. 물속 조류는 독성 뿐만 아니라 그 자체가 유기물(BOD₅, COD_{Mn}, TOC 등)이고, 사멸 시 용존산소(DO) 소비와 관련되어 수질악화를 초래하므로 발생 저감을 위한 지속적인 관리가 필요하다.

T-N과 T-P농도는 지속적으로 감소하고 수온, BOD₅, COD_{Mn}가 상승하는 현상을 종합적으로 분석해보면, 금강 본류에서 조류발생을 제어하기 위해서는 영양염류인 T-P만 제어하기 보다는 보 건설에 따른 수온, 유기물, 유속, 수심 변화 등을 포함하여 통합적인 시각에서 평가하고 관리하여야 할 것으로 판단된다.



※ Chl-a(호소) : ≤5 매우좋음(Ia), ≤9 좋음(Ib), ≤14 약간좋음(II), ≤20 보통(III), ≤35 약간나쁨(IV), ≤70 나쁨(V), >70 매우나쁨(VI)

자료 : 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년) 최종보고회

(그림 3-17) 금강본류 유하거리에 따른 단계별 평균 Chl-a 농도변화

2. 퇴적토 오염

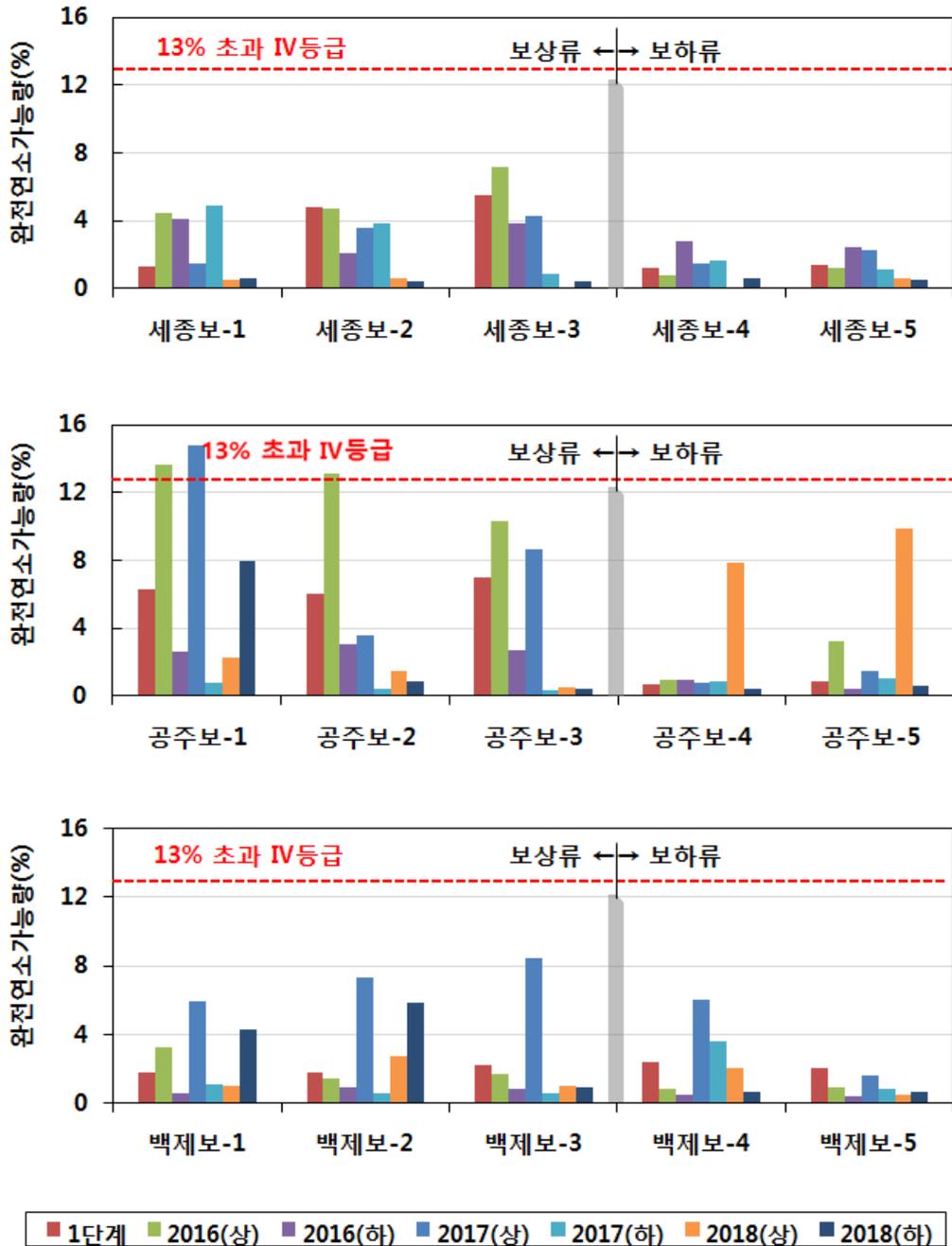
세종보, 공주보, 백제보의 각각의 상류 3개 지점 및 하류 2개 지점을 선정하여 2013~2015년(1단계)부터 2016~2017년(2단계)까지의 변화 경향을 분석하였다.



(그림 3-18) 퇴적물 오염도 측정위치도

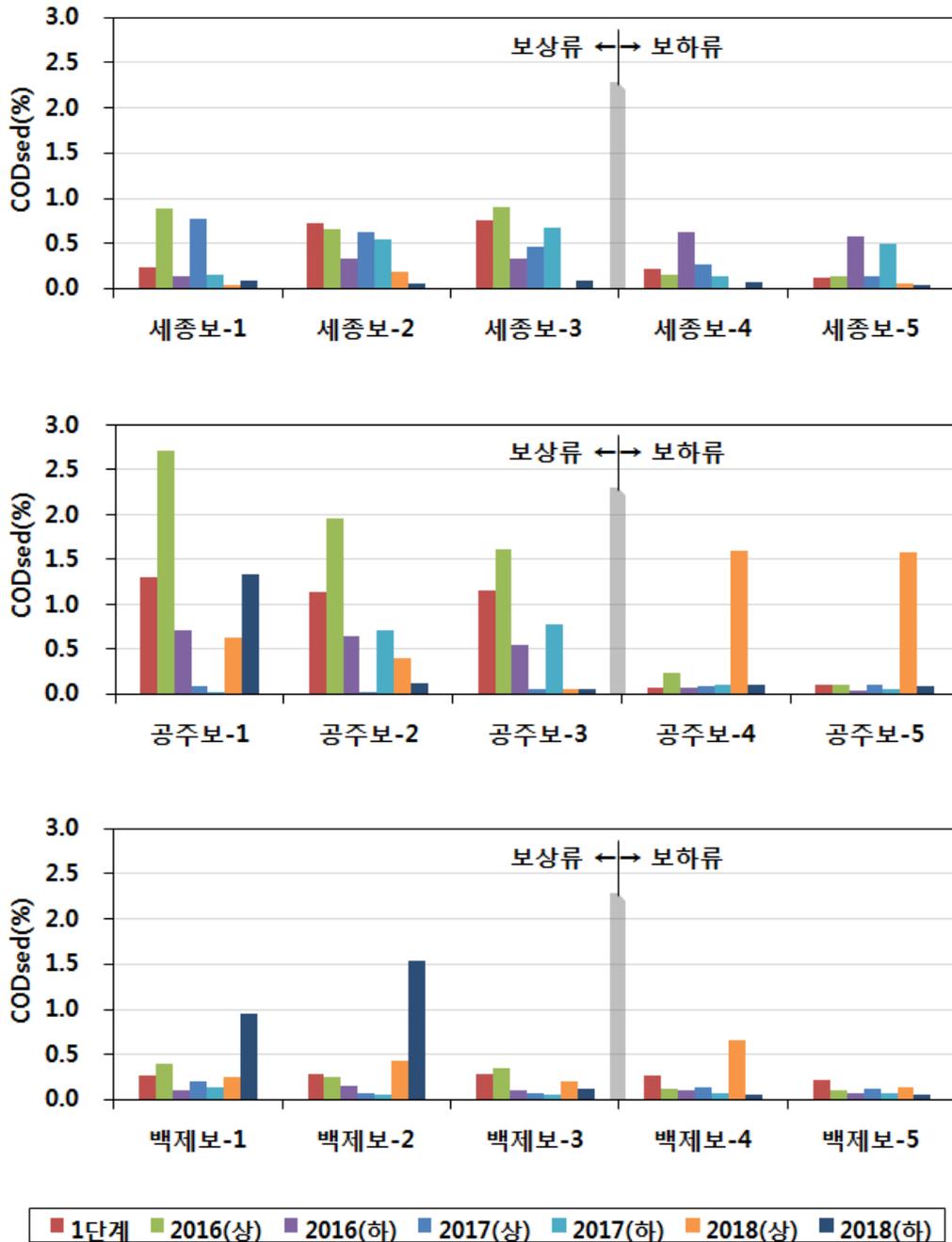
공주보는 세종보와 같이 상류 구간에서 대체적으로 오염현상이 증가하는 경향을 보이고 있는 한편 하류구역에서 일부 지표항목(완전연소가능량, CODsed, 총질소, T-P)의 오염물질이 증가하는 경향을 보였다. 백제보는 세종보 및 공주보와 비교해서 공간적·시간적 오염 변화 특성은 뚜렷하지 않으며 농도 또한 낮게 나타나고 있다. 그러나 상당수의 검사항목은 미국환경보호국(EPA)의 유기물오염기준보다 높게 나타나고 있는 실정이다.

모니터링 조사 지점에 있어서 세종보, 공주보, 백제보의 지점 간 공간적 특성을 보면 보를 중심으로 상류 구역(1,2,3지점)과 하류 구역(4,5지점)으로 구분 할 수 있는데 세종보 및 공주보의 상류구역에서 특히 오염현상이 두드러지게 나타나고 있다. 퇴적물 오염도 분석결과 보상류가 하류지역보다 유기물 및 영양염류 등의 오염물질이 퇴적되고 있으며 그 원인은 유입된 오염물질이 유속이 감속하면서 퇴적되고 또한 식물성플랑크톤과 같은 내부생산에 의한 가능성이 높은 것으로 판단된다.



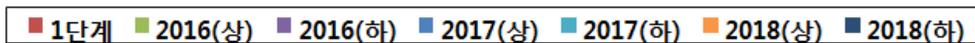
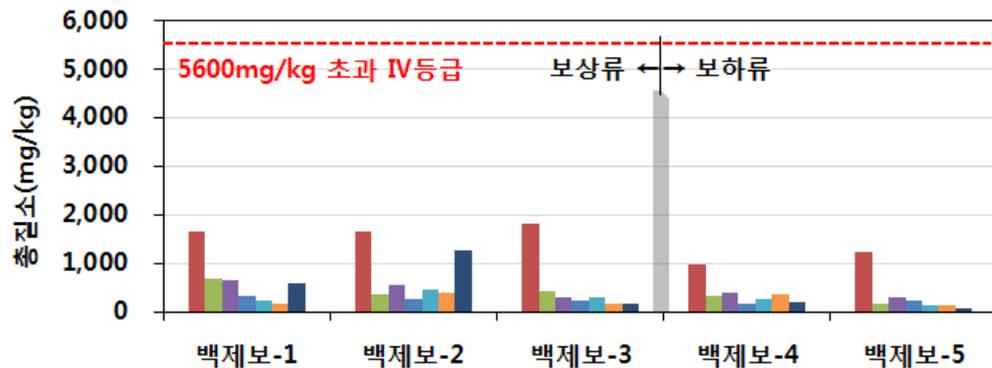
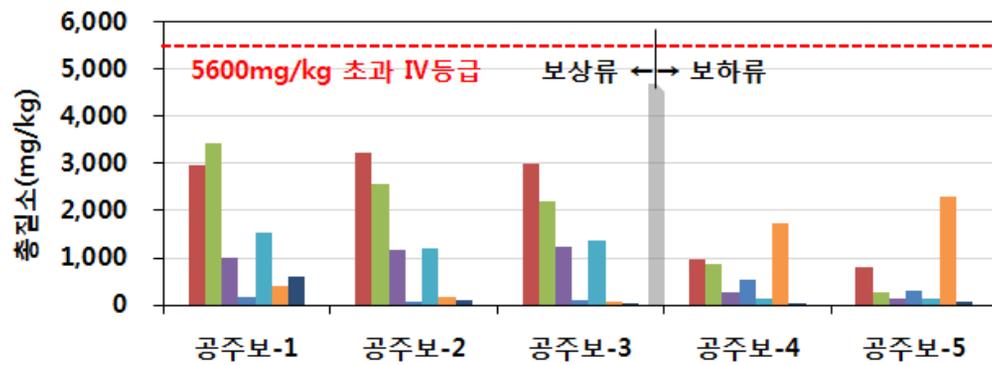
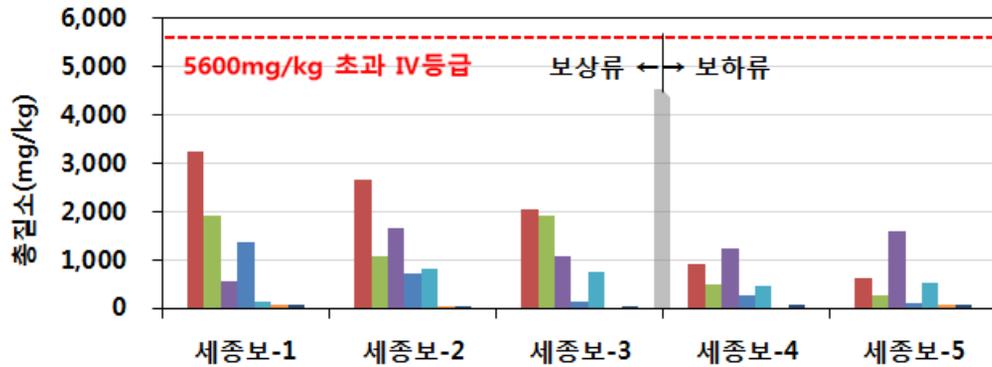
자료 : 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년)

(그림 3-19) 3개보 상·하류지점 퇴적토 완전연소가능량 변화



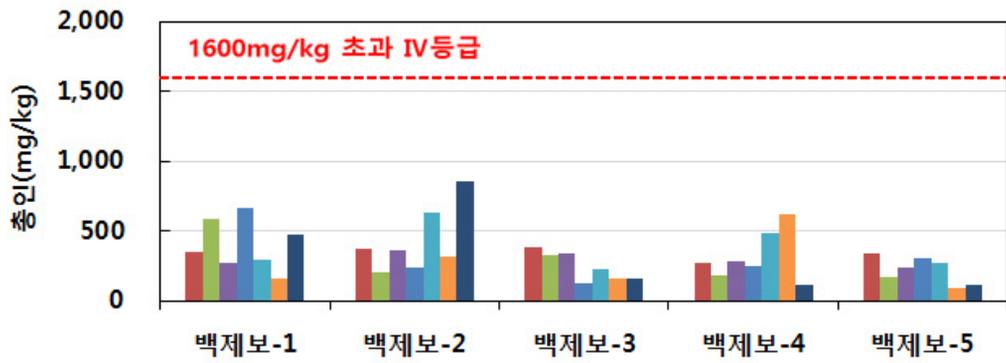
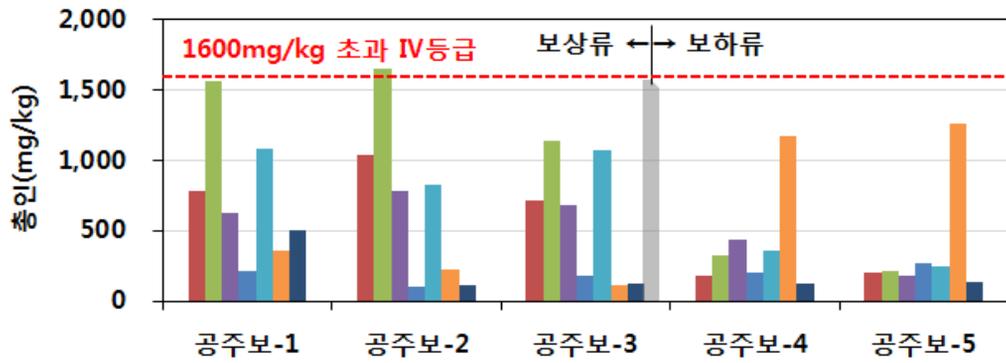
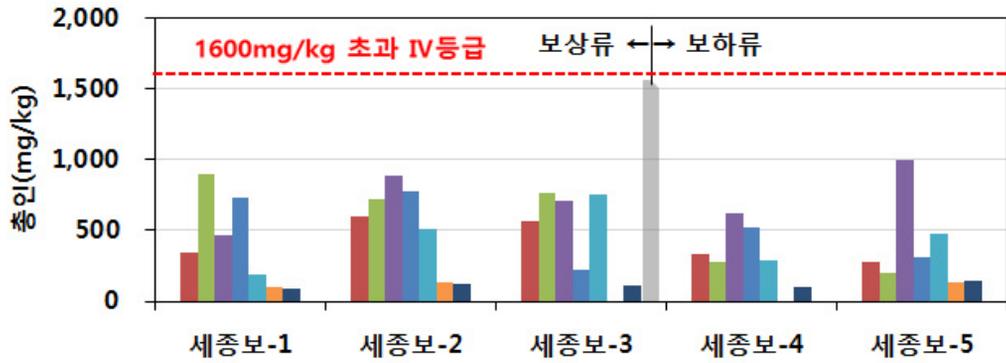
자료 : 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년)

(그림 3-20) 3개보 상·하류지점 퇴적토 COD_{sed} 농도 변화



자료 : 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년)

(그림 3-21) 3개보 상·하류지점 퇴적토 총질소 농도 변화



■ 1단계
 ■ 2016(상)
 ■ 2016(하)
 ■ 2017(상)
 ■ 2017(하)
 ■ 2018(상)
 ■ 2018(하)

자료 : 금강수환경모니터링 2단계3차년도(2018년)

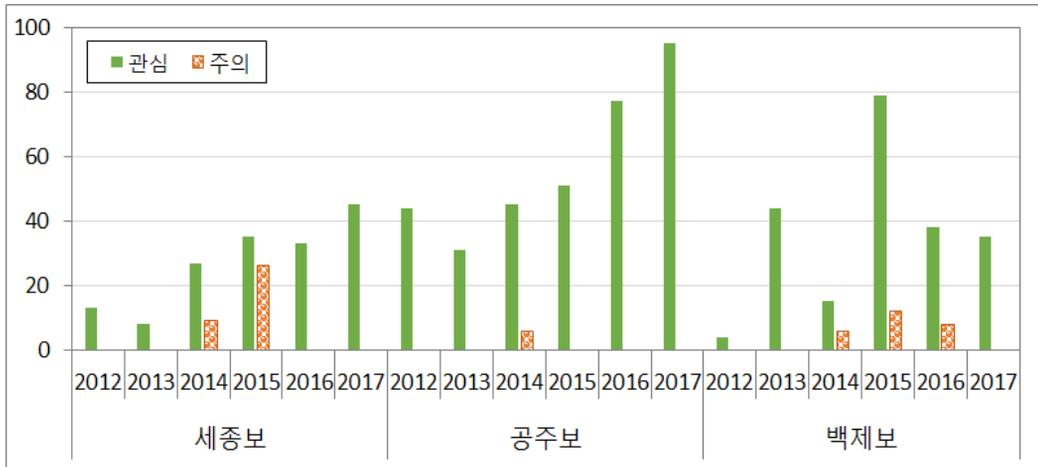
(그림 3-22) 3개보 상·하류지점 퇴적토 총인 농도 변화

3. 조류발생 현황 평가

환경부는 공공수역의 오염이나 훼손을 사전에 억제하고 쾌적한 하천 환경을 유지하기 위하여 수질예보제도를 운영하고 있다. 세종보, 공주보는 관심단계의 수질예보 발령이 꾸준히 증가하고 있는 추세이며, 백제보의 경우 2015년 이후 감소추세를 보이고 있고, 2017년에는 3개보에서 주의단계 발령이 없었다.

세종보는 상류에 위치한 대전광역시, 청주시 등의 대도시에서 유출되는 오염물질들이 최초로 합류하는 구간으로서 보의 설치로 인하여 발생하는 조류의 영향이 비교적 크다.

2017년 공주보는 다른 보에 비해 관심단계 발령이 많았는데, 이는 9~10월에 Chl-a가 70 mg/m³을 초과하였고 기온하강이 예년보다 늦어져 늦게까지 녹조 현상이 나타난 것으로 판단된다. 백제보는 3개 보 중 유일하게 최근 감소추세를 보이고 있으며, 2017년 관심단계 발령 일수가 가장 적었고, 3월 중순에서 4월초, 7월 말에서 8월 중순까지 수질예보 발령이 있었다.



자료 : 금강수환경모니터링 2단계2차년도(2017년)

(그림 3-23) 연도별 수질예보제의 수질관리단계 발령현황

4. 수체의 건강성 변화

금강정비사업이 완공된 후 금강에 물리적으로나 생태적으로 많은 변화가 있었다. 그 중 금강에서는 보와 교량에서는 세굴현황, 지류하천에서는 역행침식이 일어났다. 또한 공주보와 백제보사이에 대규모의 물고기집단폐사가 일어나기 시작하여 금강하굿둑까지 이어졌다. 여름철에서 가을철까지 넓은 면적에서 금강정비사업 이전에서 볼 수 없었던 녹조현상 해마다 일어나고 있어 수중 생태계의 위험을 알리고 있다. 대규모 녹조로 '녹조라떼'라는 신조어까지 등장하며 4대강 사업을 비판하며 해가 지날수록 녹조는 면적과 지속시간이 늘어났고 2014~2015년에는 큰빛이끼벌레가 대규모로 출현하였다.

큰빛이끼벌레는 저수지나 호소에서 사는 대형동물로 금강이 보 설치로 인해 호소화되었다는 것을 증명하였다. 큰빛이끼벌레에 이어 붉은갈따구와 실지렁이까지 발견되었다. 이 생물은 환경부 수생태 4급수 오염지표종으로, 오염된 뺨에서 사는 생물이다. 금강을 비롯한 4대강 전역에서 동일한 현상이 발생하고 있으며 이런 문제를 해결하기 위해 수문을 열기위한 정책요구 등이 이어졌다.



(그림 3-24) 금강에 나타난 현상전경

가. 2012년 금강 물고기 집단폐사

2012년 10월 16일부터 10월 30일까지 금강에서는 처음으로 30만 마리 이상의 물고기 사체가 수거되는 물환경 사고가 백제보를 중심으로 상·하류에서 발생하였다.

백제보 인근이 여울이 있는 광범위한 유수역으로 존재하였으나 4대강(금강)사업으로 만들어진 보로 인해 물이 정체하는 정수역으로 변하여 유기물 퇴적이 늘어 용존산소가 급감할 수 있는 조건으로 변화된 것이 사실이다. 용존산소 부족은 가장 흔히 나타나는 어류폐사의 원인이며 용존산소가 2~4mg/L 이하로 감소하면 일반적으로 물고기 생존이 불가능해지거나 집단폐사의 원인이 된다. 사고초기에 여울성 어류의 성체 중심으로 폐사 하였으며 많은 물고기들이 수면으로 떠올라 뺨꿈거리는 등 물고기 폐사 양상으로 보아 용존산소 결핍에 의해 발생한 사고로 판단된다.



자료 : 2012년 금강물고기 집단폐사 조사보고서, 금강물고기집단폐사민관합동조사단

(그림 3-25) 백제보 상류 물고기 사체 및 수거전경

나. 2014년 금강 중하류 큰빛이끼벌레 군체형성

큰빛이끼벌레는 첫 번째 개충이 무성생식으로 정자와 난자가 수정해서 만들어지며 군체를 보면 안에 새까만 점이 있는데 그것을 ‘휴면아’ 또는 ‘휴지아’라고 한다. 월동을 한 후 봄에 수온이 약 12℃정도로 오르면 첫 번째 개충이(무성생식의 한 가지인) 출아법에 의해 군체를 형성하여 매우 커진다. 수온 25℃는 큰빛이끼벌레가 제일 좋아하는 온도로 이때 급격하게 번성하고 수온이 15~16도로 떨어지면 군체가 와해된다. 다 죽게 되면 휴면아가 바닥에 가라앉거나 물 위에 떠다닌다. 이후에는 휴면아가 물속에서 다시 월동하는데 추위에도 매우 강하다. 큰빛이끼벌레는 정체 수역에 사는데, 4대강 사업 전 유속이 있는 흐르는 강물에서는 서식하기 어려우나, 보가 건설된 후 유속이 느려지고 녹조류와 동물성 플랑크톤 등 먹잇감이 많아지자 대량 번식한 것이다. 그로 인해 2014년 금강 중하류의 만곡부 구간에서는 하천 수체 부피의 0.1~3%로 군체를 형성하기도 하였다. 큰빛이끼벌레 사멸시 일시적으로 용존산소 소비와 암모니아 발생을 실험하기 위해 금강 물에 0.5% 부피량 1% 부피량 2% 부피량과 증류수에 1% 부피량으로 파일럿 실험을 한 결과 사멸 시단기간에 DO가 급속히 감소하고, $\text{NH}_4\text{-N}$ 가 급격히 증가하였으나 생태독성이 없는 것으로 분석되었다.

2015년 이후부터 금강의 수질이 더욱 나빠져 본류에서 자취를 감추는 듯 했으나, 2016년부터 충청남도 공주시의 유구천과 세종특별자치시의 대교천, 충청남도 청양군의 지천에서 집중적으로 발견되기 시작하였다.



자료 : 금강 중하류의 물환경 특성 및 ‘큰빛이끼벌레’의 서식실태(2014, 충남연구원)

(그림 3-26) 공주보 상류지역에서 관측된 큰빛이끼벌레 부유사체



자료 : 금강 중하류의 물환경 특성 및 '큰빛이끼벌레'의 서식실태(2014, 충남연구원)

(그림 3-27) 군체를 형성한 큰빛이끼벌레

다. 깔따구류와 실지렁이 우점 분포

‘금강 보 구간 수생태계 모니터링 3년차 보고서(2단계)(금강수계관리위원회, 2015.12)’에서는 금강 보 설치 지점 및 그 지류의 빨지점에서 저서성대형무척추동물의 우점종은 4계절 모두 조사지점에 관계없이 환형동물문의 실지렁이와 파리목의 깔따구류인 것으로 나타나고 있다.

깔따구는 지역의 환경조건이나 오염 정도를 가늠할 수 있는 지표 동물의 하나로, 붉은 깔따구는 환경부 지정 수생태 최하급수인 '4급수 오염 지표종'에 속한다. 실지렁이는 또한 환경부 지정 4급수 오염지표종으로, 유속이 느리고 유기물 퇴적이 심한 곳이나 호소에 많다. 특히 유기물 축적 및 오염 정도가 심한 수계에서 개체수가 증가한다. 이로 인해 금강의 수질이 4급수까지 떨어졌으며, 강바닥은 유기물이 퇴적되고 오염되었음을 알 수 있다.



(그림 3-28) 금강에서 발견된 붉은색 실지렁이

〈표 3-5〉 깔따구와 실지렁이의 분류군 및 특징

깔따구	실지렁이
학명 : Chironomidae sp.	학명 : Limnodrilus gotoi
분류군 : 파리목 중 장각아목, 깔따구과	분류군 : 원시빈모목 중 실지렁이과
몸길이는 2~30 mm 색은 흰색, 노란색, 녹색, 붉은색 등 거의 모든 수역에서 발견됨 주로 물가와 닿아있는 풀밭에서 서식	몸은 가늘고 길며, 길이는 5~10 cm 색은 보통 붉은색 또는 붉은 갈색 유수역과 정수역 등 거의 모든 수환 경에서 서식 오염에 대한 내성이 강함

라. 녹조 대발생

녹조란 정체된 수역에서 부유조류가 급격히 증가할 때에 생기는 현상으로서 물이 계속 해서 흐르는 하천에서는 잘 나타나지 않는다. 녹조현상은 물 흐름이 없는 저수지 또는 강의 흐름이 아주 약한 만곡부 등에서 높은 수온, 충분한 영양 염류, 그리고 긴 체류시간, 햇빛 등의 조건이 모두 충족될 때에 발생한다.

금강정비사업 이후 금강에 최악의 녹조가 발생하였는데 환경단체에서는 여름에 발생한 4대강의 녹조에 대하여 ‘녹조라떼’라는 용어까지 만들어서 4대강 사업이 녹조의 원인이라고

비판하였다. 금강정비사업 이전에는 대청호에서 여름철에 발생하고 금강 중·하류에서는 유속이 느려지는 만곡부 중심으로 약간 발생하여 사회문제가 되지 않아 측정관리가 불가한 정도였다. 하지만 금강정비사업 이후 금강 중·하류의 녹조발생기간이 길어지고 정도가 점차 심해지고 있다.

금강정비사업으로 전·후로 보면 햇빛과 수온은 큰 변화가 없고 영양물질은 T-P는 감소하였다. 그러나 체류시간이 길어지고 유속이 매우 감소하였기 때문에 녹조의 대 발생 원인을 체류시간(수면적)과 유속에서 찾을 수 있다고 본다.



(그림 3-29) 백제보 상류(좌)와 백제보 하류(우)의 녹조현상

마. 외래 유해종 확산

금강정비사업 이후 가시박, 가시상추, 단풍잎돼지풀 등의 외래 유해종이 금강 변에 확산되었다.

가시박은 수목을 뒤덮으며 햇빛을 차단해 기존 수목을 고사시키고 있으며, 수분이 풍부한 지역을 중심으로 빠르게 확산하고 있다. 초목류의 서식공간의 중간지대 역할을 하는 모래나 자갈밭이 사라진 고정된 물가선이 육상 식물 서식지에 맞닿아 있어, 가시박의 서식에 유리한 공간이 늘어나 금강 중·하류 모든 구간에 급속하게 확산되었다. 특히 금강의 위치한 하중도나 복잡한 물가선을 유지하고 있는 일부 공간에서 가시박이 넓게 분포한다.

가시상추는 환경부 지정 생태교란종으로 번식력이 매우 강한 특징이 있으며, 주로 하천변,

제방, 도로변에 서식하며 도시화지수가 가장 높은 생태계 교란종으로 육지에서는 보통 신설되는 도로를 따라 확산되는 경우가 많으나, 하천 중·하류 전 구간에서 공사가 이루어진 금강의 경우, 하천 전 구간에서 동시다발적으로 확산되고 있다. 가시상추는 비옥하지 못한 척박한 지역에서도 왕성하게 서식하기 때문에 준설, 평탄화, 농경지 철거 등의 공사가 이루어진 하천변에서 토착식물보다 빠르게 우점하여 확산된 것으로 볼 수 있다.

단풍잎돼지풀은 한해살이풀이지만 생육이 왕성하고 번식력이 강한 특징이 있으며, 뿌리에서는 타감물질(allelochemicals)을 분비하여 다른 식물이 주변에 자라지 못하게 하며, 번식과 생육은 왕성한 반면 천적이 없고, 성장속도가 빨라 주변에 다른 식물이 자라기 어려워 생태교란종으로 분류되고 있다. 또한 자웅동체로 많은 양의 꽃가루를 퍼트리는데 이는 가을철 비염이나 알레르기 질환의 주범으로 알려져 있다.

이러한 생태교란종이 금강정비사업을 추진하는 공사과정과 이후 나대지로 유지되고 있던 시기에 빠르게 확산되어 천변 공간을 우점하고 있어 토착식물이 서식 공간경쟁에서 밀려나 생태교란이 가속화 되고 있다.

바. 정수성 식물 확산

금강은 과거 모래톱과 자갈밭이 발달한 하천이었으나, 최근 금강정비사업으로 인하여 유속이 매우 낮아졌으며, 호소의 특성을 나타내고 있어 정수성 수생 식물인 마름이 금강의 폐쇄성 구역이나 만곡부에 집중적으로 자생하고 있다. 하천 흐름의 정체로 인하여 나타난 현상이며, 이러한 구간은 하천이 아닌 습지로 생태공간이 변화하고 있음을 나타내고 있다.

정체수역의 습지 증가는 유기물의 정체와 부패가 가능한 공간이 증가되는 것을 뜻하며, 수질악화, 악취발생, 유수성 수생태계 파괴 등의 현상이 나타날 수 있다. 근본적으로는 하천의 흐름을 복원하는 것이 가장 시급하며, 하천 수생태계의 종적 횡적 연결성을 확보하고 하천이 갖는 특수한 수생태 환경을 복원해야할 필요가 있다.

5. 지형 및 경관의 변화

가. 교각 및 보 세굴현상

세굴 현상이란 흐르는 물에 토사가 씻겨 하상바닥이 패이는 것으로, 수중에 구조물을 만들면 주변에서 쉽게 일어나는 현상이다. 금강의 정비사업으로 하상모래가 준설됨에 따라 교량보호를 위해 교각 보호공을 시행하였으나 세굴이 종종 발생하여 보강공사를 시행하였다. 또한, 설치된 공주보와 백제보를 중심으로 소수력발전부분, 어도부분, 가동보, 고정보 지점 등에서 세굴현상을 발생하여 여러 차례 걸쳐 보수공사가 진행되었다.



[그림 3-30] 세굴로 보강공사가 진행 중인 공주보

나. 지류하천의 역행침식

2013년 지류하천의 호안침식을 포함한 역행침식이 발견된 하천은 대교천, 도천, 유구천, 보흥천, 치성천, 잉화달천, 지천 등으로 세종보 하류부터 백제보 하류부 지역까지 공사구간에 집중적으로 발생하였다. 2010~2012년 하천의 준설 진행 중에는 금강 본류 하상과 지류 하상 높이의 단차로 인하여 주로 지류가 본류로 유입되는 말단부에 역행침식이 발생하여 하상보호공이 설치되었으나 하천의 소류력을 견뎌내지 못하고 유실되어 재시공되는 경우가 빈번하게 발생하였다.

그러나 2012년 풍수기 이후 주로 지류하천 말단부에서 발생한 역행침식의 영향은 지류를 거슬러 올라 상류방향으로 진행하면서 시작하였고, 본류의 유속변화 등에 따라 지류하천의 침식환경이 급격하게 변화되었다.



(그림 3-31) 대교천 역행침식 진행 현황(좌:2013, 우:2014)

다. 금강의 섬, 하중도의 변화

모래톱이 커져 생기는 하중도는 강 한가운데 섬이라는 뜻으로 모래등 또는 안섬으로 불린다. 하중도는 인간을 피해 쉬려는 생물들의 쉼터였으나 홍수예방과 강을 살린다는 이유로 구불거리는 금강을 직강화하기 위해 시행한 하상준설작업으로 많은 부분이 사라졌다.

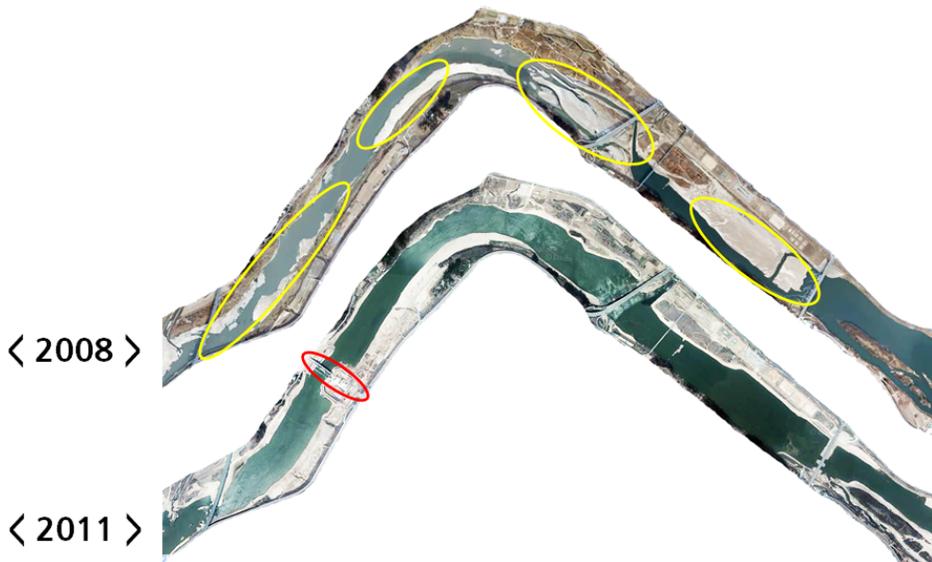


(그림 3-32) 하중도의 변화

라. 하상 형태변화

금강정비사업으로 인하여 하상의 많은 변화가 있었다. 저수용량을 키우기 위한 모래 준설과 홍수방어목적으로 하상의 높이를 낮추었기 때문에 하천에 발달되었던 여울과 소가 대부분 사라졌고 강의 형태가 단순화되었다. 다음 <그림 3-33>와 <그림3-34>은 3개보 주변 지형을 사업전(2008년도)과 사업과정 중(2011년도)의 인공위성 사진으로 비교한 것이다.

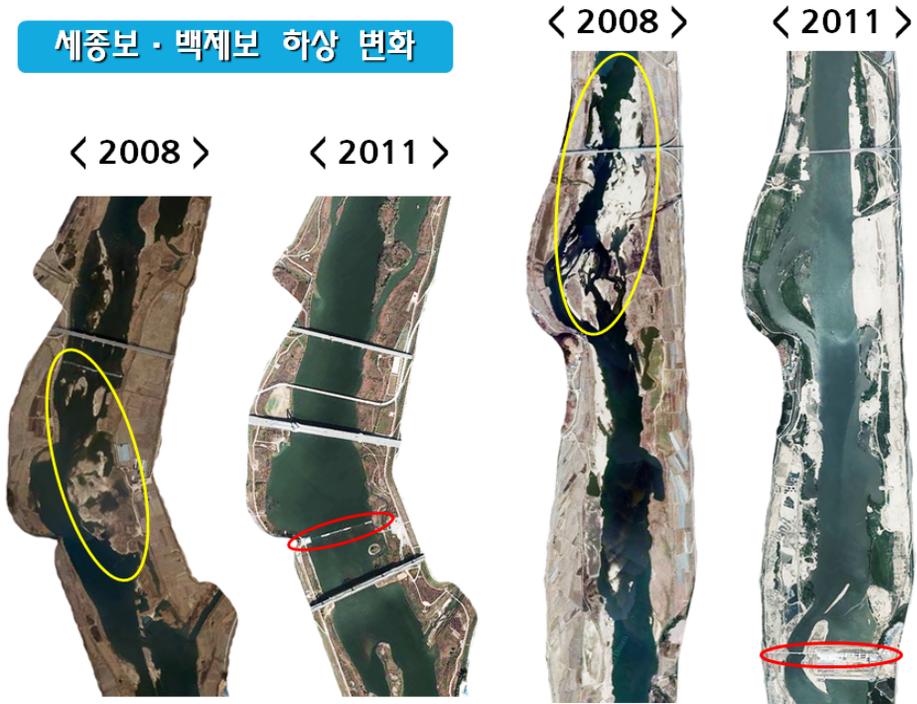
공주보 하상 변화



자료 : 금강수환경모니터링 2단계2차년도(2017년)

[그림 3-33] 공주보 인근 사업 전·후의 하상변화

세종보 · 백제보 하상 변화



자료 : 금강수환경모니터링 2단계2차년도(2017년)

[그림 3-34] 세종보(좌) 및 백제보(우)인근 사업 전·후 하상변화

제4절 충청남도 금강의 주요 정책활동

1. 4대강(금강)사업 재검토 특별위원회

2010년 7월 28일 충청남도는 전국 최대 현안사항인 4대강 사업에 대한 도민들의 의견을 수렴하고, 쟁점에 대한 실증적인 조사·분석을 통해 발전적인 정책대안을 제시하고자 종교계 인사 및 금강수계 지역민을 위원으로 참여하는 ‘4대강(금강) 사업 재검토 특별위원회’를 구성하였다. 동시에 쟁점 사안을 실증적으로 검증하기 위해 ‘금강살리기 전문가 포럼’을 운영하였다.

4대강(금강)사업 재검토 특별위원회는 허재영 대전대 교수(현 : 충남도립대 총장)와 충청남도 김종민 정무부지사(현 : 국회의원)가 공동위원장을 맡고, 불교·천주교·기독교·원불교 등 4대 종교단체 대표와 금강수계 7개 시·군 단체장이 추천하는 주민대표, 도의원 2명, 시민사회단체·학계인사 등 20여 명으로 구성하였다. 특별위원회는 분기별 정례회의와 사안별 회의 등을 통해 수시로 모임을 갖고 4대강 사업에 관한 도민 여론을 종합적으로 수렴하는 역할을 하였다. 한편, 금강살리기 전문가 포럼은 충남발전연구원장(현 : 충남 연구원장)을 단장으로 수자원·생태환경·지역발전·문화관광 분야 전문가 30여 명으로 구성하여, 월례 정책토론 및 세미나 등을 통해 정책 개선방안을 발굴하고 사업 추진방향을 정립하는 역할을 수행하였다.

4대강(금강) 재검토 특위는 활동결과를 정리하여 ‘4대강(금강) 재검토보고서’와 ‘아름다운 금강을 위한 보고서’를 발간하였다.

2. 금강비전기획위원회 활동

2011년 4월 12일 금강사업 재검토 정립이후 지속가능한 발전을 모색하고 금강 정책을 기획·자문하는 통합된 조직체계로 재편하여 도민이 바라는 ‘금강 미래발전 종합대책’을 마련하기 위해 「충청남도 정책자문위원회 설치 및 운영 조례」 제8조(특별위원회)에 따라 ‘충청남도금강비전기획위원회’(위원장 허재영)를 구성하였다.

2011년 2월부터 4월까지 조직체계, 위원구성 및 주요 활동계획 등 5차례에 걸친 준비 회의를 개최하고 총 22명의 위원을 위촉하였다. 위원구성은 ‘4대강(금강)사업 재검토 특위’ 참여인사 중심 구성하되, 환경, 역사·문화재, 지역개발·발전 등 전문가(10명, 45%)를 보완하고, 금강사업 관련분야 외부전문가 참여 적극 확대(18명, 82%)하여 시민·사회단체와의 거버넌스, 문화재관리, 모니터링, 금강하굿둑 등 관련분야 외부전문가 신규참여 확대하여 구성하였다.

〈표 3-6〉 금강비전기획위원회 위원명단

연번	소 속	부서(직위)	성 명	전공(연구)분야	비고
1	대전대학교	토목공학과	허0영	수자원	정책자문위원
2	서울대학교	환경대학원명예교수	김0욱	환경	
3	공주대학교	환경교육학과	정0걸	생태	
4	충남대학교	환경공학과	서0일	수질·생태환경	
5	한서대학교	환경공학과	이0신	수질·생태환경	정책자문위원
6	공주대학교	사학과(박물관장)	이0석	역사·문화재	
7	한국전통문화학교	문화유적학과	이0학	백제사	
8	공주대학교	문화재보존과학과	서0석	문화재보존	
9	목원대학교	도시공학과	김0천	지역개발(도시계획)	
10	한서대학교	행정학과	심0보	일반행정	정책자문위원
11	충남도립청양대학	토목정보과	이0철	수자원	
12	충남희망포럼	공동대표	박0현	4대강	정책특별보좌관
13	충남발전연구원	환경생태연구부	정0관	환경계획 및 폐기물관리	
14	충남발전연구원	환경생태연구부	이0진	유역관리 및 하·폐수	
15	충남발전연구원	지역·도시연구부	한0욱	건축 및 도시설계	
16	한국문화유산정책연구소	소 장	황0우	역사·문화재	
17	국제로타리클럽	리프로그래머위원장	정0희	전 총재(금강화가)	
18	충남발전협의회	사무국장	심0익	지역발전(사회단체)	
19	금강을지키는사람들	운영위원장	차0철	지역발전(시민단체)	정책자문위원

20	대전환경운동연합	사무처장	고0아	지역발전(시민단체)	
21	대전충남시민환경연구소	소 장	최0식	지역발전(시민단체)	
22	금산참여자치시민연대	사무국장	최0조	지역발전(시민단체)	

자료 : 충청남도 내부자료

위원회의 운영계획은 금강사업에 대한 조연과 금강의 미래비전을 제시하고, 대응역량 강화를 위하여 충남도 7개 부서 및 관련 시·군(공주시, 부여군, 서천군) ‘금강T/F’를 구성·운영하여 위원회 활동 지원 및 금강발전종합대책 수립·추진하였는데, 주요 핵심사업은금강 사업 모니터링, 금강하굿둑 대책, 금강유역 문화재 관리, 실증적 현장 조사 등이었다.

금강비전기획위원회는 충청남도 정책자문위원회 산하 특별위원회로, 집행기능을 맡을 실행기획단 그리고 수자원·수질·생태와 역사·문화재 등 3개 분과와 금강사업 모니터링 분과, 금강하굿둑 분과가 구성되는 등 충청남도가 정부의 4대강 사업 이후 대응방안으로 금강의 지속가능하고 자연친화적인 발전을 위한 실질적인 조직을 구성하였다. ‘4대강(금강)사업 재검토 특별위원회’ 위원들을 중심으로 각계 전문가와 공무원 등 25명이 참여하는 민·관합동위원회로 지속가능한 금강 발전방안 모색하고 금강사업 모니터링, 금강하굿둑 대책 마련 등 수행하였다. 대표적인 활동으로는 역사·문화·생태 등 자료 수집, 교육·홍보, 금강하굿둑 수질개선 및 생태계 회복을 위한 대책 강구, 4대강(금강) 사업에 대한 도의 견해 홍보, 세계문화유산 등재 방안 마련 등이 있다.

금강보호를 위한 대책 및 입장으로 ① 금강청, 국토관리청, 보건환경연구원, 충남연구원, 수자원공사 등과 합동조사 실시 요구, ② 유사사례 방지를 위하여 금강의 3개 보 운영 전반에 대한 효율적 대안마련 요구, ③ 2012년 물고기 집단 폐사의 원인을 산소부족으로 보고 문제의 핵심은 저층에 있는 것으로 보이므로 현재 위원회에서 추진 중인 「금강정비 사업 이후 수 환경 모니터링 연구용역」 사업의 과업내용에 ‘하천 퇴적물(하상토사) 조사 추가’ 실시하여 자주적인 금강 수환경 변화 data 확보, ④ 충청남도의 보다 적극적이고 전향적인 노력 ⑤ 물고기 폐사는 공주보에서도 발생할 수 있으므로, 원인이 밝혀질 때까지 공주보와 백제보의 수문 개방에 대한 요구 등이 있었다.

3. 금강비전 수립

금강비전계획은 2단계로 나뉘어 수립되었다.

1단계는 금강비전기획위원회에서 2011년 10월에 금강비전 마련을 위한 추진계획을 수립을 요구하여 2011년 11월부터 2012년 11월까지 금강비전을 수립하였다. 비전수립의 필요성으로 금강은 개발과 보존이 공존하는 지속가능한 금강발전을 모색하고 도민이 바라는 실질적인 금강미래발전 종합대책 마련 시급하다는 점, 일관성과 지속성 있는 하천과 유역의 총괄적인 관리 정책 제시 필요하고, 금강의 원형과 역사 문화를 보전하고 유역 전체를 연계하여 생태와 문화가 함께하는 금강유역의 발전에 대한 비전 수립을 제안하였다.

연구용역은 충남발전연구원과 계약하여 2011년 12월 19일 착수보고회, 2012년 3월19일 중간보고회 2012년 11월 20일에 최종보고회를 진행하고 2012년 12월에 금강비전 수립을 완료하였다. 이후 2013년 3월 22일에는 충남도지사, 푸른충남21대표회장, 6개 시장·군수(공주, 논산, 금산, 부여, 서천, 청양)가 참여한 가운데 “사람과 자연이 어우러져 풍요로운 금강”이라는 금강비전을 선포하고 선언문에 공동서명 하였다.

2단계는 시행계획으로 2013년 8월부터 2015년 7월까지 충남연구원에서 수립하였다. 수행방식은 전문가그룹과 도와 시·군이 함께 참여하는 공동연구형으로 우선 금강유역의 자원조사를 실하고 5대 추진전략별 구체적인 세부 시행계획을 수립하는 것이었다.

2015년부터 2030년까지 장·단기 실행방안을 제시하는 계획수립으로 범위는 충남도내 금강 유역 6개 시·군(공주시, 논산시, 금산군, 부여군, 서천군, 청양군)의 금강 하천 양안 5km 기준으로 생태·문화현황을 고려해 적정범위를 선정하고, 금강비전 기본계획을 검토·보완, 금강유역 현황·특성분석 및 여건변화 전망, 금강유역의 자원조사 및 DB구축, 금강유역에 대한 구체적인 미래상 제시, 추진전략 부분별 세부 시행계획 수립, 시행계획 집행방안(재원, 조직)을 수립하였다.

또한, 금강비전 달성을 위한 시행계획의 5대 비전은 ① 홍수와 가뭄 걱정 없는 ‘안전한 금강’, ② 참깨와 종어가 돌아오는 ‘건강한 금강’, ③ 문화의 중심에 서 있는 ‘창조의 금강’, ④ 주민들이 행복한 ‘역동하는 금강’, ⑤ 유역 지자체·주민이 ‘함께하는 금강’이다.

위와 같은 5가지 부문별 비전을 실현하기 위해 세부 전략은 다음과 같다. 이수 부문은

지속가능한 물이용, 유역단위 물 순환을 추진해 유역 단위 물 순환 회복하고, 치수 부문은 홍수대비를 위한 시스템 구축, 기후변화 대응 능력 향상시켜야 한다. 물관리는 금강 통합 관리 기반 마련, 구조적 다양성 회복 및 관리, 생물 다양성 회복을 위한 생태복원이 필요하며, 그 외 농촌·농업 활성화를 통한 지역발전, 금강 고유의 역사·문화유산 보전과 전승 기반 구축, 금강의 역사유산 콘텐츠 개발과 상품화, 금강 목장화 사업을 기반으로 하는 친환경 수산물 공급체계 구축, 상생거버넌스 체계 구축 등을 제안하였다.

“사람과 자연이 어우러져 풍요로운 금강”

‘비단강’ 금강의 맑은 물은 산과 들, 바다까지 막힘없이 흘러왔다. 예로부터 사람의 자취가 깃들여 찬란한 역사와 문화, 멋과 향기, 추억과 낭만이 넘실대는 곳이 바로 금강이다.

금강은 우리 모두가 함께 가꾸어 후손에게 물려주어야 할 삶의 터전이며, 보전할수록 가치는 더 커지고 지역도 발전하는 지속 가능한 기반이 될 것이다.

이에, 우리는 금강의 자연, 생태, 역사, 문화를 되살리고 새로운 숨결을 불어넣어 ‘사람과 자연이 어우러져 풍요로운 금강’을 실현하고자 「**금강비전**」을 선언한다.

- 우리는 ‘주민이 행복한 역동하는 금강’을 추구한다.
- 우리는 ‘홍수와 가뭄 걱정이 없는 안전한 금강’을 추구한다.
- 우리는 ‘참깨와 종어가 돌아오는 건강한 금강’을 추구한다.
- 우리는 ‘문화의 중심에 서 있는 창조적 금강’을 추구한다.
- 우리는 ‘유역의 지자체와 주민들이 함께하는 금강’을 추구한다.

지속가능한 금강의 풍요로운 미래

1	홍수와 가뭄 걱정이 없는 '안전한 금강'
2	참깨와 종어가 돌아오는 '건강한 금강'
3	문화의 중심에 서 있는 '창조의 금강'
4	주민이 행복한 '역동하는 금강'
5	유역의 지자체와 주민들이 '함께하는 금강'

자료 : 금강비전(2012년), 충청남도

(그림 3-35) 금강 비전선언문(좌) 및 금강의 5대 비전(우)

4. 금강 수환경모니터링

금강정비사업이 마무리 단계('09~'12년)에 따라 보 운영에 따른 수질악화 및 주변 생태계 변화를 우려하는 전문가, 시민단체, 유역주민 등의 우려와 금강관련 정책개발과 관리방안 마련을 위한 사업대상지를 중심으로 수환경에 대한 모니터링 필요하게 되었다.

충청남도가 운영 중인 특별위원회인 ‘금강비전기획위원회’가 2011년 4월 금강비전 마련을 위한 정책개발과 금강정비사업 이후 금강 관리방안 수립을 위하여 금강 모니터링을 요청하였다. 충청남도는 기획위원회의 요청을 받아들여 ‘금강정비사업이후 水환경 모니터링’을 2011년 6월에 방침을 확정하고 2011년 8월에 추진계획을 수립하였다.

금강 수환경 모니터링 기간은 4년 장기사업으로 총 6억 원의 예산으로 ‘11년~‘14년까지 추진계획이었다. 추진방법으로 그간 방식과 달리 NGO 등이 함께 참여하는 학술연구용역 사업이었다. 주요 내용으로는 금강정비사업 전·후의 수질·생태계·하천 지형변화 모니터링, 사업 구간 별 하천자연도 등급 판정 및 변화 검증, 환경영향평가서 협의사항 이행 여부 조사, 사업 이후 지류지천 사업내용 분석 및 사업방향 제시 그리고 사업의 목적 달성 여부 및 주민만족도 조사 등이었다.

이후 1단계 사업의 결과로 보의 세굴문제, 지류하천 역행침식 문제, 물고기 집단폐사, 큰뺨이끼벌레 창궐, 녹조 대발생 등 사회적 파장이 크고 중앙정부의 모니터링 결과를 신뢰할 수 없다는 기류가 퍼지면서 유역중심의 모니터링의 중요성을 다시금 깨닫게 되었다. 따라서 2단계로 2016부터 2020년까지 금강수환경모니터링 사업이 연장하게 되어 현재까지 이르고 있다.

세종특별자치시는 충청남도과 공동으로 추진하고 있는데, 최초 추진당시 충청남도 연기군지역으로 특별광역시자치시로 분리 이후에도 함께 출연하여 공동으로 추진하고 있다. 2015년 11월 충남도·세종시간 금강 수 환경 모니터링 공동추진 상생협약 체결하고, 2016년부터 2020년까지 5년간 2단계 사업으로 충청남도와 세종특별자치시는 1단계에 이어 2단계 연구용역을 충남연구원에 계약을 의뢰하여 현재도 진행 중이다.

5. 금강 물고기집단 폐사 민·관 공동조사단 구성운영

2012년 10월 16일부터 10월 30일까지 금강에서는 처음으로 30만 마리 이상의 물고기 사체가 수거되는 물환경 사고가 금강의 백제보 상·하류에서 발생하였다.

환경단체와 원인을 규명하기 위한 민관합동조사단을 구성하기위해 협의하였지만, 환경부가 환경단체의 의견을 배제하면서 민관합동조사단 구성에 실패하였다. 이후 환경부는 독극물

이나 감염 및 산소부족에 의한 폐사는 아니지만 원인이 불명하다고 발표한바가 있다.

그러나 충청남도는 또 다른 물환경 사고의 예방을 위해서는 원인을 밝혀내는 것이 중요하다 인식아래 전문가, 환경단체와 공무원 등 총 9명³⁾으로 민관합동조사단을 구성하고 2013년 1월 17일 정식회의를 개최하였다. 조사단을 구성한 후 1월부터 9월까지 금강 물고기 집단폐사 원인을 조사 하였다. 기초자료의 부족 등 제한된 조건이었지만 객관적이고 합리적인 결과를 도출하기 위하여 노력하였다고 볼 수 있다.

〈표 3-7〉 금강 물고기집단 폐사 민·관 공동조사단 위원명단

분 야	인 원	구 성
계	10	
수 질	2	정0걸 교수(공주대), 이0진 박사(충발연)
수생태(어류 포함)	1	안0국 교수(충남대)
화학물질	1	김0규 교수(인천대)
수리·수문(수지원 포함)	1	허0영 교수(대전대)
공무원	2	이0중(도, 수질관리과장) 인0경 부장(보건환경연구원)
환경단체	3	유0수 사무처장, 양0모 상황실장 (금강을 지키는 사람들), 최0조 비전위 간사

자료 : 충청남도 내부자료

2013년 9월에 발간한 2012년 금강 물고기 집단폐사 조사보고서 요약문은 다음과 같다.

1. 국립과학수사연구원과 충청남도수산관리소를 통해 독극물과 어병이 원인이 아닌 것으로 판명되었고, 기타의 원인에 의한 경우와 부합하는 징후는 관찰되지 않았다. 용존산소 부족은 가장 흔히 나타나는 어류폐사의 원인이며 수중 환경변화로 용존산소가 2~4mg/l 이하로 감소하면 일반적으로 물고기 생존이 불가능해지거나 집단폐사의 원인된다. 사고초기에 여울성 어류의 성체 중심으로 폐사하였으며 많은 물고기들이 수면으로 떠올라 뼈끔

3) 최초 10명으로 구성하였으나 1명(00대학교 교수)이 뚜렷한 이유를 밝히지 않고 중도에 조사단의 참여를 거부하여 9명으로 운영하였다.

거리는 등 물고기 폐사 양상으로 보아 용존산소 결핍에 의해 발생한 사고로 판단된다.

2. 물고기 폐사가 시작된 지점은 물고기 사체가 처음으로 떠오른 백제보 상류 3~4km구간인 왕진교와 분강나루 사이로 보인다. 이번 공동조사에서 이 지점의 저층에서 인근보다 용존산소가 현저하게 낮은 수체를 관찰하였는데, 이는 이 지점에서 용존산소 부족에 의해 이번 물고기 집단폐사가 시작되었을 가능성을 뒷받침해 주는 것이다.

3. 이 사고는 백제보 인근이 여울이 있는 광범위한 유수역으로 존재했으나 4대강(금강)사업으로 만들어진 보로인해 물이 정체하는 정수역으로 변하여 유기물 퇴적이 늘어 용존산소가 급감할 수 있는 조건이 조성된 가운데 발생하였으며, 국립환경과학원 금강물환경연구소(2012)가 수행한 '보설치 전·후 수생태계 영향평가'에서도 여울성 어종이 줄어들고 정수성 어종이 늘어나고 있는 것이 확인되어 이를 뒷받침 한다.

4. 물고기 공동조사단에서 백제보 상류 7km까지 수심별, 주야간별 용존산소 측정결과 수심이 깊어짐에 따라 용존산소가 낮아지고, 야간에 용존산소가 낮아짐을 확인하였는데, 이는 야간에 저층의 용존산소가 낮아질 가능성이 있음을 입증하는 근거이다. 또한 하상 퇴적물 분석결과 유기성분이 이 지역에서부터 늘어나고 있는 것을 확인하였다.

5. 금강 물고기 집단폐사는 용존산소 결핍에 의해 소규모로 시작된 것으로 보이지만, 사체를 수거만 하고 차단막 등으로 물고기 사체의 확산을 막는 조치를 취하지 않아서 하루로 떠내려간 물고기 사체가 물속에서 부패하여 산소를 고갈시켜 백제보 하류에서 더 많은 물고기들이 폐사한 사고로서, 초기대응 미흡으로 인하여 폐사 규모가 확대된 것으로 판단된다.

6. 이번 금강 물고기 집단폐사와 같은 사고가 발생하지 않도록 하기 위해서는 궁극적으로 4대강(금강)사업 이전과 같은 정도의 유수역을 확보하기 위해 근본적인 대책을 세워야 하며, 우선은 보의 수문을 개방하는 등 적절한 보 운영으로 유수역을 확장하는 조치를 취해야 할 것으로 판단된다.

7. 물고기 집단폐사와 같은 자연환경에서의 사고는 그 원인에 대한 조사가 초기에 신속하게 실시되는 것이 매우 중요하다. 용존산소량의 주야간 조사 등 원인을 밝히는 핵심적인 조사가 초기에 진행되어야 하는데 조사와 대응에 체계적인 통합 관리 없이 각 기관이 제각기 활동하면서 사고 현황이나 규모와 원인을 파악하기 위한 제반 조치가 취해지지 않은 것과, 사고발생시점에 물환경사고의 확산을 방지하기 위하여 금강 주변의 주민에게 공지하고

주민이 강에 접근하는 것을 막는 등의 조치를 취하지 않은 것은 이후의 유사한 하천사고에서 반드시 개선해야 할 사항이다.

6. 큰빛이끼벌레 민관 공동조사단 구성·운영

2014년 7월 7일 충청남도지사가 중·하류에 번식한 큰빛이끼벌레 조사를 지시함에 따라 7월부터 2014년 12월까지 6개월 동안 4회에 걸쳐 환경단체 현장전문가 중심으로 분포 및 서식실태를 현지조사한 후 연구기관 자료 등 종합검토를 통한 영향분석 및 관리방안 마련하기로 하였다.

이후 2014년 9월에 큰빛이끼벌레 출현 대응책 마련을 위한 민·관 공동조사단 구성·운영 계획을 발표하였다. 금강유역에서 대량 발견된 큰빛이끼벌레 출현과 관련 민·관 공동조사단 구성의 필요성 제기되어 총 11명(환경단체 4, 전문가 5, 행정 2)으로 구성하였다.

〈표 3-8〉 큰빛이끼벌레 민관 공동조사단 위원명단

분 야	인원	구 성
계	11	
수리수문(수자원 포함)	1	대전대 허0영 교수(단장)
수 질	3	공주대 신0상 교수, 총발연 이0진 박사, 수자원공사 윤0흥 금강통합물관리센터장
수생태(어류 포함)	1	전주 우석대 서0은 교수
공무원	2	道 이0중 수질관리과장 道 인0경 보건환경연구부장
환경단체	4	대전환경운동연합 고0아 사무처장, 한국도요새학교 여0옥 대표, 금산참여연대 최0조(간사)사무국장, 푸른충남21 이0주 사무처장

자료 : 충청남도 내부자료

운영기간은 2014년 9월부터 2015년 8월까지 1년간이다. 조사내용은 금강 중·하류지역 서식현황 분포도 및 서식밀도 조사(환경단체), 큰빛이끼벌레 사멸시 수질에 미치는 영향 분석(충남보건환경연구원), 큰빛이끼벌레 서식환경과 금강 수환경의 상관성 분석 및 평가

(충남연구원), 큰빗이끼벌레 번성에 따른 하천·호소 피해 현황 분석(전문자료 분석), 큰빗이끼벌레 발생에 따른 금강 관리방안 마련(충청남도, 충남연구원) 등이었다.

조사에 필요한 비용은 금강 수 환경 모니터링과 연계조사하거나 충남연구원 예산을 활용토록 주문하고, 모니터링 결과 도출된 문제점에 대하여 대정부 건의하기로 하였다.

7. 충남의 제안

2016년 9월 26일 중앙정부에 총 9개 분야의 충남의 제안을 발표하였다. 이중 금강과 관련한 제안은 2가지가 포함되어있다. 첫째는 ‘물 위기 현장에서의 효과적인 대응체계 마련’ 둘째는 ‘미래의 새로운 생명공간, 연안·하구 생태복원’의 제안이다.

가. 「물관리기본법」 제정 제안

‘물 위기 현장에서의 효과적인 대응체계 마련’으로 현행 물관리 체계의 문제점으로 여러 부처에 물관리 기능이 분산되어 종합적·체계적인 관리 매우 미흡하다는 것이다.

- 수질관리는 환경부, 수량관리는 국토부·농림부, 방재업무는 안전처에서 총괄
- 하천관리는 환경청·국토청, 상하수도는 대부분 수자원공사·환경공단에서 수행

이로 인해, 물압박국가로서 주기적으로 겪는 가뭄 등 물위기 시에도 대응권한·책임의 분산으로 인해 신속한 해결책 마련 지연 빈번하고, 특히, 지방정부 입장에서는 현장에서 물위기를 직접 경험하면서도 ‘마땅한 대응권한이 없어 중앙부처의 의사결정을 기다리는 방법뿐이다’라고 주장하였다.

주요 사례

- ① '15년 충남 서부지역 가뭄시 : 국토부(광역상수도 관리)와 환경부(지방상수도 관리)의 업무분절로 사전가뭄대비에 한계, 사후대응으로 주민고통 가중
- ② '12년 금강 물고기 대규모 폐사 : 초기 이상징후 발견 시 신속한 조치(물 흐름·속도 등 변화조치로 용존산소 증가)로 피해를 최소화할 수 있었으나,
 - 수리권과 치수권, 보 운영 등 대부분의 권한이 중앙정부에 편중되어 있어 지방정부 차원의 신속한 해결책 마련 시행에 곤란
 - ※ 당시 금강유역환경청에서는 원인불명의 사고로서 6만마리 정도 폐사하였다고 발표 (환경단체에서는 100만 마리 이상 폐사 주장)

충청남도는 지방정부도 중앙정부와 유사하게 여러 부서에 물관리 기능 분산되어 있던 조직을 물 자원을 효과적으로 관리하고 물위기에 능동적으로 대응하고자 2011년 「물통합관리규정」 제정하여 물통합관리본부를 구성하여 운영하고 있다.

따라서 충남도는 「물관리기본법」 제정하여 시행토록 제안하였다. 90년대(제15대 국회)부터 「물관리기본법」 여러 차례 발의되었으나, 모두 폐기되는 등 여러 부처에 분산된 물관리 기능을 조정·통합하기 위한 관심과 노력은 그동안에도 있었으나, 관계부처 간 협의가 지지 부진한 상황이고, 최근 이상기후 등으로 향후 물위기는 더욱 빈번할 것으로 전망하면서 중앙부처 간 또는 중앙-지방 간 상호협력을 통해 효율적인 물 관리방안을 마련하여 시행할 수 있도록 법 정비 필요하다고 제안하였다.

「물관리기본법」에 담겨야 할 제안내용

- ① 대통령(총리) 소속의 유역별 물관리위원회 설치 및 조정·통합기능 부여
 - '기능'이 아닌 '유역'별 관리 위해 유관부처, 지방정부, 전문가 등 포함한 위원회
- ② 중앙부처의 물관리 기능의 지방 이양 확대(자원·인력 포함)
 - 중앙부처(특별지방행정기관)와 지방정부 간 물관리업무 유사·중복성 조정
- ③ 물 위기 시 지방정부의 '선조치권' 부여
 - 긴급한 가뭄·홍수·수질오염 등 발생 시 유관부처에 선조치 요구권한 부여

〈표 3-9〉 지방정부의 물관리권 확립회의 위원명단

소 속	직 위	성 명	비 고
대전대학교	교수	허0영	위원장
충남연구원	연구실장	이0진	
선문대학교	교수	권0득	
충남연구원	연구부장	고0희	
충남연구원	연구원	정0혁	
백석대학교	교수	박0관	
충청남도	정책기획관	조0갑	
충청남도	물관리정책과장	최0일	
충청남도	자연재난과장	전0진	

자료 : 충청남도 내부자료

한편, 충청남도가 제안했던 전현희 국회의원발의의 물관리기본법(안)의 주요조항은 다음과 같다.

제3조(정의)

“물 위기”란 지역적 혹은 계절적 강수량의 불균등과 가뭄, 수질오염사고 등으로 시군 단위 이상의 지역에 대해 안정적인 물 공급이 불가능하다고 판단되는 경우를 말한다.

제11조(물 위기 선(先) 조치)

- ① 특별·광역자치단체장이 관할 시군단위 이상에서 “물 위기”가 발생한 긴급 상황이라고 판단할 경우 피해의 최소화를 위해 지역 물관련 공공기관의 장에게 물 사용 및 관리에 대해 선(先) 조치를 요구할 수 있다.
- ② 제1항에 따른 선조치를 요구받은 지역 물관련 공공기관의 장은 특별한 사유가 없는 한 이를 이행하고 그 결과를 요청받은 기관의 장에게 통보하여야 한다.

제12조(비용 부담원칙)

유역관리위원회가 유역의 수질 및 수생태 보전을 위해 반드시 필요하다고
심의·의결한 사업에 대하여는 국가가 비용의 전부 또는 일부를 부담하여야 한다.

제20조(국가위원회의 구성) 30명이상 50명 이내

기획재정부장관·행정자치부장관·농림축산식품부장관·산업통상자원부장관·환경부장관·국토교통부장관·해양수산부장관·국민안전처장관·국무조정실장, 각 유역위원회
위원장, 각 유역위원회 위원장이 추천한 특별·광역자치단체장 1인

제22조(유역위원회 구성) 30명이상 35명 이내

해당 유역 관계 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사외 물관리
업무의 경험이 있는 대통령령으로 정하는 공무원

나. 「연안하구 복원 및 관리에 관한 특별법」 제정 제안

충청남도는 ‘미래의 새로운 생명공간, 연안·하구 생태복원’의 정부 제안이 있었다. 금강 하굿둑을 포함한 산업화시기 식량증산, 산업용지 확보 등을 위해 연안·하구 개발이 활발하게 진행된 결과로 물순환이 차단, 수생태계 단절이 초래되었다는 것이다. 특히 금강권역의 단천하구 비율이 91%(영산강 81%, 섬진강 54%, 한강 49%, 낙동강 29%)로 다른 지역보다 매우 높다는 것이다. 이로 인하여 종래 개발목적 상실했고, 오히려 환경오염, 수산 자원 감소 등의 부작용이 더 큰 경우가 빈번해졌기 때문에 연안·하구의 가치를 재평가하고, 미래자산으로서 개발·보존·복원의 입체적 논의가 필요한 시점이라 제안하였다.

연안·하구의 경제·생태적 가치

- (Nature紙, '97년) 농경지 대비 단위면적당 생태적 가치가 기수역(강물과 바닷물이 섞이는 곳)의 경우 250배, 갯벌의 경우 100배에 육박
- (해수부, '13년) 우리나라 갯벌의 경제적가치는 연간 약 16조원 수준

최근 들어 하구호는 수질악화 및 생태적 기능상실로 농업용수 사용이 어렵게 되거나 수산자원고갈 등으로 사회적비용이 심각하기 때문에 역할과 기능이 상실한 담수호를 중심으로 생태복원 사업 추진할 것을 중앙정부에 제안하였다.

동시에 갯벌관리, 연안통합관리(해양수산부) 내륙습지관리, 하천수질·생태관리(환경부), 하천환경개선(국토교통부), 담수호수질관리(농림수산식품부) 등으로 다원화 되어있기 때문에 연안·하구의 개발·보존·복원 등 정책의 체계적이고 효율적인 통합·조정을 위한 특별법 제정을 요구하였다. 충청남도가 입법지원 활동했던 박완주 국회의원 발의의 연안하구 복원 및 관리에 관한 특별법(안)의 주요내용은 다음과 같다.

「연안하구복원및관리에관한특별법」 주요 내용

- 연안하구의 정의
- 관리대상 연안하구의 지정 등
- 종합 및 시행계획 수립
- 연안하구복원사업 및 실시계획
- 국가 및 지역 연안하구위원회 구성
- 토지수용 등 복원사업절차

다. 4대강 사업으로 훼손된 하천생태계를 복원 제안

2017년 1월 16일에 충남의 제안 II를 발표하였다. 제안내용은 4대강 사업 결과를 제대로 평가하고 향후 관리 방향을 모색하자는 것이었다. 충청남도는 지난 5년 간 금강 수환경을 모니터링 해왔는데 수생태는 하천이 아닌 호소와 같이 변했고, 또한 물고기 폐사사건, 녹조현상도 매년 반복되기 때문에 금강의 생태계를 복원하는 방안을 제안하였다.

금강의 보를 허무는 것이 가장 좋겠지만, 22조원이나 들여 만든 보를 당장 허물기는 쉽지 않기 때문에 현실적으로 단혀있는 보를 상시 개방하여 유속을 증가시키고 수질 및 생태계 문제를 개선하는 방안을 제안하였다.

4대강 사업 개요 ('09.7월~'12.10월)

- 사업비 : 22.2조원 (최초 발표 금액으로, 추가 토지보상비·유지보수비 미포함)
- 세부사업 : 보 설치(총 16개 : 금강 3개), 퇴적토 준설, 친수구역 조성 등

첫째, 하천의 유속을 회복할 수 있도록 보 상시개방을 제안하였다.

- 4대강 사업 준공시점 감안 시, 선진국처럼 보를 철거하는 것은 현실적으로 어려우므로, 보 갑문을 '상시개방'하여 유속 회복 필요

- ※ 미국, 독일, 네덜란드 등 선진국들은 생태복원 위해 댐 철거 및 수문 완전개방 추세
- 현행 펄스개방방식(낙조 등 발생 시에만 간헐적으로 개방)을 상시개방방식으로 운영 필요 ※ 수위·수온 등을 고려, 보별로 적정 개방정도 파악

< 보 건설 전후 수량별 평균 유속 현황 (금강 중하류 평균) >

구 분	정비사업 이전		보 미개방 시		보 개방 시
풍수(豊水)량	0.68m/s		0.15m/s		0.45m/s
평수(平水)량	0.62m/s	⇒	0.10m/s	⇒	0.35m/s
저수(低水)량	0.53m/s		0.07m/s		0.32m/s

→ 유속을 3배 이상 증가시켜, 수질 및 생태계 문제 해결 가능

둘째, 방치된 친수시설의 재자연화를 통한 하천 생태복원을 제안하였다.

- 이용률이 낮은 하천 주변 레저시설 등에 대한 가치평가 실시, 시범구역 선정 후 복원사업(경관회복, 습지복원, 비점오염원 차단) 시행
- ※ 시범사업 효과(조류 및 오염발생 억제) 모니터링 후 확산

8. 금강권역의 친환경적 발전을 위한 특별위원회 운영

금강의 지속적인 수질악화에 따른 하굿둑 구조개선과 수질정화를 통해 권역 내 삶의 질을 향상함은 물론, 고유 자원 활용하고, 생태·문화자원 발굴·보존하며, 지역발전 전략 수립 등 금강권역의 새로운 발전 기반을 마련하기 위하여 충청남도의회에 금강권역의 친환경적 발전을 위한 특별위원회(이하 ‘금강특위’라 함)를 구성하였다.

「지방자치법」 제56조, 「충청남도의회 기본조례」 제31조에 따라 충청남도의회 제306회 임시회 제4차 본회의에서 대부분 금강수계 유역의 지역구를 중심으로 10명의 도의회 의원으로 구성하고 2018년 10월 11일 제1차회의시 오인환 의원을 특별위원회 위원장으로 선임하였다.

〈표 3-10〉 특별위원회 위원 명단

직 위	성 명	지역구	소 속	비 고
계	10명			
위 원	조0연	부여2	행정자치위원회	
위 원	김0서	부여1	농업경제환경위원회	
위 원	김0일	공주1	교육위원회	
위 원	김0숙	청양	농업경제환경위원회	
위 원	김0도	논산2	안전건설해양소방위원회	
위 원	방0일	예산1	농업경제환경위원회	
위 원	양0봉	서천2	농업경제환경위원회	
위 원	오0환	논산1	행정자치위원회	
위 원	전0현	서천1	안전건설해양소방위원회	
위 원	최 0	공주2	문화복지위원회	

자료 : 충청남도 내부자료

활동기간은 2018년 9월 14일 부터 2020년 6월 30일까지로 하고, 금강 수질오염·자연 재해·하굿둑 연구 및 대책 강구, 금강권역 고유 자원 활용, 생태·문화자원 발굴 및 보존 정책 마련, 지방정부 차원의 금강권역 발전 전략 수립 방안 마련 등을 소관 및 직무범위 (제306회 임시회 의결)로 하였다.

제안이유로는 첫째, 금강하굿둑의 설치(1990년 10월 31일)이후 금강의 지속적인 환경 오염으로 3급수의 물이 7급수로 악화되는 등 농업용수로서의 기능도 상실하고 있다는 것이다. 둘째, 이에, 하굿둑의 구조개선(수문증설과 상시개방을 통한 해수유통)을 통해 금강의 수질개선과 홍수위험을 줄여야 함이다. 셋째, 금강주변 지역은 경제성장이 충남의 북부권역에 비하여 현저히 낮고, 환황해권에 대응한 발전전략이 수립되는 서해안지역에 비해 개발정책 에서 여전히 소외지역으로 남아 있어 상대적인 박탈감을 느끼고 있다는 것이다. 이러한 이유들을 감안하여 이 지역의 생태·역사·문화와의 융복합화를 통해 새로운 발전 동인을 만들어 내고자 특별위원회를 구성했다.

금강특위의 직무범위로는 금강하굿둑의 구조개선에 대한 전문가들의 의견 수렴을 통해

정당성 확립 및 구조개선 필요성 촉구하고, 홍수 등 자연재해로부터 안전한 금강을 만드는 활동을 통한 장기적인 대안 제시, 지역 내 고유의 자원 활용과 더불어 금강의 생태문화자원에 대한 발굴, 보존 등의 체계적인 연구를 통해 미래성장 동력으로 작용할 수 있는 정책 발굴, 일방적인 중앙정부의 주도 사업에 대한 문제제기를 함과 동시에 지방정부 차원의 지역발전 전략을 수립하여 진행할 수 있는 방안 마련 등이다.

이후 2018년 12월에 금강특위에 전문가 및 시민단체 등 약 15명 정도의 자문단구성 및 실무협의체 운영 등에 대한 논의가 한창 진행되고 있다.

제4장 금강의 자연성회복을 위한 생태복원 정책방안

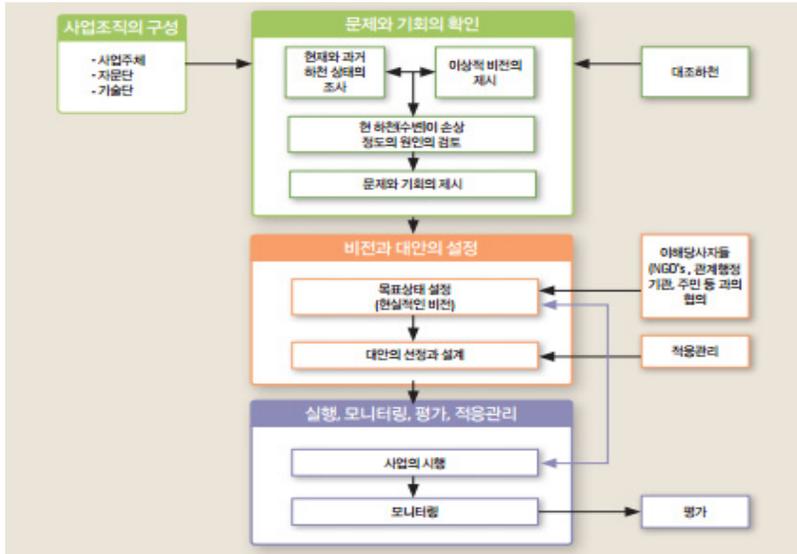
제1절 금강 중·하류의 생태복원 기본원칙 및 과정

1. 기본 원칙과 고려사항

가. 복원의 주요 원칙

강과 하천복원은 기존의 양호한 하천생태계를 보전하기 위한 것으로 신중하게 계획되어야 장기적으로 실질적 복원 효과를 달성할 수 있다. 이를 위해 우선 강과 하천생태계가 고유하게 지니고 있는 물리적 공간구조와 수질, 퇴적물의 특성 등을 종합적으로 이해하고 이를 토대로 사업을 구상해야 하며, 현재의 모습이나 상태가 미래에도 지속가능 하도록 계획하는 것이 기본이다. 가능하다면 과거 혹은 이상적인 강과 하천 모습을 최대한 반영, 고려하는 복원방향 설정과 다양한 하천 유형을 중시해야 한다. 이때 복원의 계획은 다음 5가지 원칙에 따라 설정되어야 하며 이를 계획수립 시 명시적으로 기술해야 한다.

- ① 생태요소의 보존과 보호를 위한 복원, ② 수생태계 종합적 특성회복을 위한 복원
- ③ 고유한 자연적 하천구조로의 복원, ④ 본래의 자연적 생태기능의 복원
- ⑤ 지속가능한 생태계로의 복원



[그림 4-1] 하천복원 계획의 과정

또한, 환경보전적 관점에서의 훼손된 강과 하천의 구조 및 자연적 기능을 회복하는 의미의 하천복원은 생물서식처, 자정작용, 경관과 치수 등 자연 고유의 성질을 되살리는 과정으로 위의 5가지 기본원칙과 연계되는 다음 사항들이 고려되어야 한다. 예를 들어 수 생태계 건강성 회복, 유역통합관리, 하천의 종·형적 연속성 확보, 깃대종(Flagship Species)⁴⁾ 선정 등을 통한 복원의 목표상 설정, 도심하천의 물길 회복 및 생태공간 조성, 하천별 특성 존중 등이 이에 해당한다.

나. 복원관련 주요 고려 사항

강과 하천복원은 계획 수립 단계부터 대상 하천은 물론 그 하천으로 유입되는 지천들과 지천과 유역까지 포괄하여 이들 간의 상호작용과 연계성을 충분히 고려하기 위해 다음 사항의 전제를 이해하고 이를 반영한 계획을 수립하는 것이 필요하다.

첫째, 유역과 경관을 고려한 복원이다. 이를 위해 복원 대상의 수로와 제방에만 국한하거나 수질개선, 하도개선만 고려하기보다 본류와 지천, 그 관련 유역과의 물리적 연결성,

4) 어떤 지역의 생태적, 지리적, 문화적 특성을 반영하는 '상징 동·식물'로서 이 종을 보전·복원함으로써 다른 생물의 서식지도 함께 보전·회복이 가능한 종

자연스러운 경관 창출, 심미적 아름다움 등까지 고려하여 설계해야 한다.

둘째, 하천의 고유한 유형과 물리적, 생태적 잠재력을 존중하고 개선하는 복원이어야 한다. 하천이 위치한 지역의 기후, 지질, 수문, 생태학적 특성에 따라 고유한 특성과 그 특성에 따라 정해진 유형을 고려하고, 각 유형별 하천이 본래 유형에 따라 스스로 유지할 수 있는 잠재력을 극대화할 수 있도록 복원하는 것으로 복원 목표는 현재 하천과 그 생태계의 상황에 국한하기보다 과거, 훼손 이전의 상태, 미래의 변화 여건까지 고려해야 한다.

셋째, 신중한 복원대상 선정 및 정확한 훼손 원인 파악이 필요하다. 훼손원인의 해소를 전제로 하고 향후에도 훼손원인이 재발, 지속되지 않도록 복원하기 위해 훼손 혹은 스트레스 요인의 유형과 그 영향 정도를 명확히 제시하고 이를 토대로 복원 목표 설정, 복원으로 인한 이들 원인의 제거나 완화 정도까지도 포함한다.

넷째, 미래 변화 예측을 포함한 복원 계획이 되어야 한다. 강과 하천복원 계획은 예측 가능한 생태적, 사회적 변화 요인의 검토하고 복원계획과 연계해야 한다. 복원 계획에서 제시한 대안들이 미래 변화의 악영향을 완화 혹은 제거토록 유도하기 위해 예측 가능한 변화요인의 분석, 이를 복원을 통해 개선할 대안으로 연계하여야 한다,

다섯째, 강과 하천복원 사업은 실행과 평가가 가능한 성공적 복원이 되도록 하는 것이 중요하다. 복원사업의 내용을 구체적으로 설정하고 그에 맞는 시행계획을 수립해야 한다.

복원의 과정은 자연적인 강과 하천의 구조와 기능을 고려하여 소극적, 수동적으로 시작 하는 것도 중요하다. 수동적 복원을 통해 자연적 재생이 가능하도록 유도하고 추가적 복원은 추후에 다시 고려하면 되기 때문이다. 물론 수변의 생물종은 고유종만 복원하고 외래종은 제거하는 방향으로 계획되어야 한다.

2. 복원시 평가 항목

가. 평가항목 및 지표

복원계획 수립부터 사후관리 및 복원성 평가에 이르기까지 하천의 특성과 실현 가능한 사업 목표를 반영할 수 있는 평가 지표를 선정해야 한다. 복원사업의 목표와 지역 및 하천 특성 등을 고려하여 대상하천에 적합한 평가항목 도출이 중요하다. 가급적 평가지표는 평가기준이 명확하고 정량화가 가능하여야 한다.

〈표 4-1〉 유형에 따른 복원성 평가지표

평가 항목	평가 지표
물리적 평가	하도 통수능력 안정성(유속, 수심, 유량, 기온, 강수량, 증발산량, 여울, 소(웅덩이), 사주, 하도의 침식과 퇴적, 저수로, 저수호안, 제방 등), 수생 서식처 (하상재료, 수변 식생),
화학적 평가	수질(수온, pH, BOD, COD, SS, DO, T-N, T-P, 대장균군), 저니질, 오염원(강열감량, T-N, T-P), 오염발생원, 발생, 배출 및 유출 오염부하량, 유달률
생물 및 생태학적 평가	생물 다양성(다양도, 우점도, 풍점도), 수생태계 건강성(부착돌말류, 저서성 대형무척추동물, 어류의 종조성, 군집구조, 밀도, 우점종, 고유종, 외래종, 및 TDI, BMI, FAI, 서식및수변환경(하천서식 및 수변환경 상태, 정점 고도, 수로폭과 제방폭, 수변서식환경지수(HRI))
사회·경제적 평가	경관(하천경관현황, 형태적 특성, 경관 기능, 경관 통합성, 생태적 가치 평가, 심미적 가치평가), 시설물(수리구조물, 수문 및 휴식공간 시설물 등 기타시설), 문화, 사회, 역사적 가치를 지닌 무형물, 지형지물, 장소, 이용자(이용 형태, 만족도, 개선사항 등)

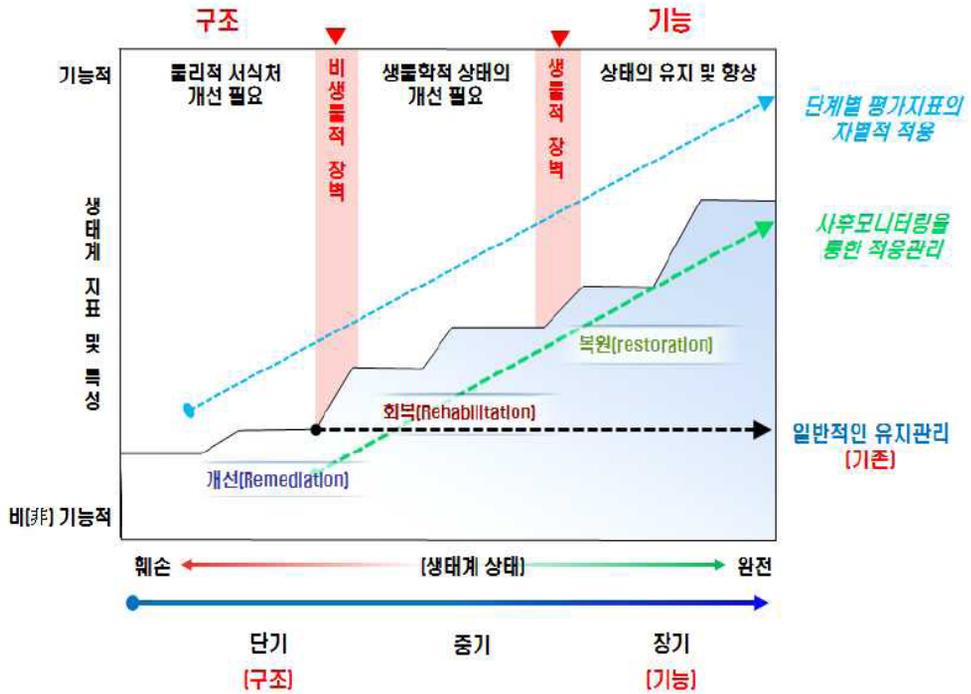
자료: 환경부(2014), 『지속 가능한 생태하천복원사업을 위한 사후관리 및 평가체계 구축 연구』.

나. 복원 단계별 평가방법

강과 하천의 구조적 복원에서부터 하천 고유의 생태적 기능이 회복될 때까지 시간 경과에 따라 단계별 평가항목과 평가지표를 선정하고 평가를 해야 한다. 평가과정을 통하여 훼손 원인을 직접적으로 제거 혹은 개선하는 과정을 거쳐 구조와 기능의 일부를 회복하고 그 이후 자연의 치유와 자정과정을 기다리는 단계로 복원이 진행되는 것이 바람직하다. 적절한 물리적 환경을 제공하면서 수질과 수량을 유지시키고 교란과 위협요인 그리고 전반적인 경관 회복을 유도하는 과정을 평가하고 회복 단계의 조치에 따라 그 이후 생물 종의 조성의 다양성과 고유종 등이 돌아오고 그 결과로 물질과 에너지 순환 등의 기능까지 회복되는 것을 복원이라 할 수 있다.

또한, 사업 준공 이후에도 평가시점에 따라 단기·중기·장기 등 다단계로 평가가 필요하며, 단기적 복원에서는 하천서식처의 독립적 요소인 물리 화학적 요소의 개선과 회복에 중점을

두고 그 결과로 생물 및 생태, 사회경제적 요소의 회복을 기다리는 것이 타당하다. 중·장기적으로는 서식처 회복에 따른 구조와 기능의 회복과 안정적 상태로의 유지가 가능하도록 하는 방향이 바람직하다.



자료 : 환경부(2014), 『지속 가능한 생태하천복원사업을 위한 사후관리 및 평가체계 구축 연구』.

(그림 4-2) 사후모니터링과 유지관리의 방향

3. 보 개방 및 철거 등 자연성 회복 과정

금강정비사업으로 인한 가장 큰 변화는 보의 설치와 하상준설로 인하여 금강물의 유속이 느려지고 체류시간이 길어지는 등 정수성 수역으로 변화된 점이다. 이로 인한 수질이 나빠지고 물고기집단폐사, 큰빛이끼벌레 창궐, 퇴적물오염, 외래종 번식 등 수중생태계와 수변생태계가 좋지 않은 방향으로 변화되었다. 따라서 대규모 모래가 준설되어 하상이 변화된 부분은 단기간 회복이 불가능하다하더라도 세종보, 공주보, 백제보 등의 인위적 시설에 대하여

과학적인 평가과정을 거쳐 유지 또는 개선하거나 철거하고 시설의 설치 과정에서 소실된 생물의 서식처를 회복하는데 노력해야 한다.

금강과 지류하천이 우수생태계로서 가지는 본질적이고 근본적인 특성의 훼손, 이에 따라 변화되는 금강의 유수량과 에너지 이동의 변화, 그 결과 단속적이고 인공적인 정수역으로 전환된 금강을 자연성이 유지되도록 하여야 한다.

물환경 기준을 초과하는 금강의 물이 적정유속을 유지하지 못하여 발생한 많은 정수역 구간에서 정체되고 있는 현재의 금강 중하류 지역은 회복력, 자정능력 등 본래 생태계의 구조와 기능을 최대한으로 발휘하기 어렵고, 그 결과 현재 금강시스템 자체가 불안정하고 더 많은 오염물질 개선비용과 사회적 비용이 추가되어도 과거의 상태로 유지하기가 어렵다.

문제는 금강유역의 이해당사자 들이 이러한 상황의 진단이나 방향의 지속가능성을 확보 할 수 있을 만큼 금강의 물과 생태계의 구조와 기능에 대한 이해가 부족하다는 점이다. 금강이 직면한 현상에 대하여 명확한 이해의 부족으로 정책과정에서 오히려 금강의 생명에 대한 건강성과 다양성의 악화가 우려된다는 점이다. 금강은 자연의 역동적이고 자연 치유적인 기능이 되살아날 수 있는 환경으로 회복을 도와주는 것이 필요한 시점이다.

4. 금강의 하천 구조와 기능이 고려된 생태복원

3개 보의 수문 개방과정에서 나타나는 긍정과 부정적 영향을 파악하고 그 결과를 수계 관점에서 지역 내에서 공유하면서 보 처리방안에 대한 공감대를 더욱 확산해 나가야 한다. 하굿둑을 포함한 지속가능한 금강의 관리에 대한 다양한 관점과 시도가 유역의 주요 이해 당사자 간 합의를 이루어가는 과정도 매우 중요하다.

① 이론적 관점에서의 자연성 회복

금강의 물리적 구조와 기능을 최대한 자연상태와 유사하게 회복하는 것으로 장기적으로는 금강의 자연성 회복으로 방향을 전환해야 한다. 이때는 과거 하도와 수변의 상태를 추적하여 그 물리적 상황의 복원을 시도하는 방식까지 확장해볼 수 있다. 그러나 현실적으로는 3개보의 개방과 점진적인 물리적 하도와 호안 개선부터 시작하여야 한다.

② 현실적 관점에서의 자연성 회복

기존 하천 정비는 하천에 인접한 수변의 제한적 지역에 대해서만 하천구역으로 지정하고 그 공간내만을 관리할 수 있도록 되어 있다. 실제로 하천구역 외 지역은 도시계획 및 국토 이용 관련법에 따라 그 용도가 이미 지정되어있어 물리적 시설물이 위치하거나 사유지라 하천복원만을 위해 이용하기가 불가능한 상황이 일반적이다. 따라서 하천의 자연성 회복은 하천구역 내에서 제한적으로 시도되어야 하며 필요한 경우 인접한 토지의 수용이 가능한 경우 확장될 수 있다. 대부분의 하천 자연성 회복을 위한 노력은 하천의 물리적 구조의 회복에 무게를 두어야 하고 이를 통해 이.화학적, 생물학적 변화가 일어날 수 있기를 기대하는 것이 타당하다. 특히 최근 들어 하천의 건강성이 주요 쟁점이 되고 있으며, 부영양화와 녹조발생의 제어가 물이용 관점에서 매우 중요한 과제로 되고 있다.

국내 대부분의 하천이나 강은 점오염원의 관리에 집중 투자한 결과 비점오염원의 관리로 정책적 중심이 옮겨가지만 금강 중하류의 경우 아직도 생활하수와 가축분뇨가 미처리되거나 처리된다하더라도 환경기준보다 훨씬 높게 상시적으로 배출되는 실정이다.

댐이나 보로 인한 하천의 연결성 훼손은 물의 흐름이 있는 유수성 상황에서는 크게 문제되지 않았던 오염물질이 정수성 상황으로 바뀌어 더욱더 정밀하게 오염물질을 처리해야하는 상황으로 바뀐 것이다. 이로 인해 유수성 조건 대비 수질과 물환경의 건강성 관리 측면에서 녹조 대발생의 우려가 가중되고 이에 따라 수생생물의 다양성 등 상대적으로 훼손되는 결과를 낳게 된다. 이 때문에 수질과 녹조를 넘어서서 물환경의 건강성과 온전성 논의로 물관리의 초점이 전환되어야만 한다는 논의가 계속되고 있다. 보 등 인위적 시설물이 수질이나 녹조 관리에 부담이 되는 시설물로 관련 유지관리 비용이 지속적으로 증가하게 되기 때문이다. 국가적으로나 유역 차원에서는 자연상태의 물의 흐름과 자정작용을 최대한 이용하고 이를 통해 추가적인 관리비용과 노력의 복잡성을 제거하는 것도 물관리 뿐 아니라 사회경제적 관점에서도 중요한 고려 요소가 되고 있다.

따라서 현실적으로는 금강정비사업으로 인한 준설과 하안정비로 인해 변형된 물리적 구조 중 복구 가능한 수준을 우선 회복하는 것이 가장 중요하다. 예를 들어 보의 수문과 일정 수위 이상의 보 구조물 제거 및 개선이 1단계, 보의 하부구조와 하상의 회복이 2단계일 수 있다. 특히 하상의 변화는 저수로 부분의 보 구조물이 철거된다고 하더라도

상류로부터의 유사 유입과 이로 인한 퇴적이 지속적으로 이루어져야만 가능한 단계로, 2단계에서도 자연의 회복 경과를 수동적으로 기다리는 방안과 보다 능동적으로 준설토를 추가로 활용하여 유사이동을 촉진하는 방안 등의 다각적 논의가 필요하다. 물론 하천복원의 이상적 관점에서는 우선 수동적 복원을 시도하고 그 결과를 지속적으로 모니터링하여 추가 복원 수준을 판단하고 추진하는 것이 자연스러운 과정으로 될 것이다.

제2절 금강의 중·하류 관리를 위한 정책

1. 금강의 중·하류의 자연성회복을 위한 목표설정

충청남도의 남부지역을 관류하는 금강의 중·하류지역에 대규모 정비사업으로 인하여 금강 중류부터 금강하류까지 수질적으로나 생태적으로 크게 훼손된 것은 분명한 사실이다. 따라서 금강의 미호천이 합류하는 합강지점 부터 금강 하굿둑까지 자연성 유지를 위한 생태복원 노력이 필요하다.

금강 중하류의 자연성회복을 위해서는 우선 물리적인 조건변화를 가져온 요인들을 평가하고 회복하여야 한다. 첫째, 금강정비사업의 결과로 나타난 물의 체류시간 회복과 유속회복이 선행되어야 우수성 수역으로 회복이 가능하다. 둘째, 지류하천 중심으로 설치된 작은 보들을 철거하여 금강에 유입하는 유사량이 많아지도록 해야 한다. 셋째, 금강의 물환경기준을 초과하는 지류하천을 중심으로 수질오염물질 유달부하량이 줄이려는 노력을 해야 한다. 넷째는 훼손된 금강과 금강하구 지역에서 인위적인 노력이나 자연의 힘에 의해 원 생태계의 구조와 기능에 가까운 수준으로 자연스럽게 되돌아가는 상태가 되도록 도와주는 정책이 필요하다.

복원의 세부적 계획의 수립이 이루어지기 위해서는 계획의 성패를 판단할 수 있는 평가방법이 개발되어야 한다. 평가방법은 목적을 어떻게 세우는가에 따라 다양한 방법이 제시될 수 있다. 예를 들면, 금강 본류의 회복이 목적이라면 하상변화와 물리적 조건(수심, 수면적, 체류시간, 유속), 수질변화를 평가하는 방법, 복원 전·후 면적비교로 평가하는 방법, 제외지 습지의 건강성 평가 등이 있다. 이 밖에 금강 하구의 해수순환 및 생태회복을 하고자 할 경우에는 수질 및 수생태 건강성 평가, 또는 하구에 특화된 건강성 평가 등의 평가방법이 사용될 수 있다. 주요 선진국에서는 하구환경관리의 핵심을 하구생태계의 건강성회복에 두고 있으며 하구에 대한 평가기준을 제시하고 있다. 건강한 금강과 하구생태계는 생태학적으로 완전한 상태 혹은 교란되지 않은 상태를 의미하며 화학적, 물리학적 및 생태학적 완전성을 확보하여야 한다. 미국을 비롯하여 영국, 뉴질랜드, 호주 등에서는 하천과 하구환경에 대한 평가지표를 개발하여 평가를 토대로 복원 및 관리대책을 마련하고 있다.

2. 금강 3개보 운영현황 평가 및 관리체계 마련

환경부에서 현재 4대강 사업으로 하천수위 유지 및 취수 등 목적으로 설치한 전국 16개 보를 운영한 결과 보로 인한 하천생태 단절, 보 상류부 수질 악화, 수변 생태계 변화, 하천 경관 훼손 등의 문제 지속 발생하고 있다. 또한 보를 둘러싼 논란이 계속되는 상황에서 보 처리방안에 대한 사회적 수용도·정책 투명도를 높이기 위해 다양한 이해관계자가 공감할 수 있는 보 평가체계 및 관리체계 마련 필요하다고 판단하고 있다.

따라서 설치된 보 운영과 관련된 객관적·종합적 모니터링 자료를 분석하여 보 영향 평가에 적용할 수 있는 기본원칙, 평가항목 및 평가 체계, 관리방안 마련이 필요하다. 금강수계는 3개의 보(세종보, 백제보, 공주보)가 설치되어 있고 대청호 녹조발생 증가, 집중호우로 인한 도시 침수 등과 같이 수계별, 보별 관련 현안이 다양하게 존재하고 있으며 이를 종합적으로 고려한 보 평가체계가 필요하다.

금강 중·하류 수변지역은 인접한 토지에서 흘러드는 비점오염물질과 상류에서 하류로 내려오는 오염물질을 분해하여 정화하는 역할을 하며 높은 생산성을 가지고 있으며 다양하고 풍부한 생물의 서식지(서식처)로서의 역할을 한다. 일반적으로 수변지역은 높은 생산성을 가지고 있으며 다양하고 풍부한 생물의 서식지(서식처)로서의 역할을 하는 지역이다. 따라서 수변지역에서의 토지이용 형태는 하천생태계에 직접적으로 영향을 준다. 천변 습지, 연못 등을 포함하는 홍수터는 일반적으로 하도의 잔존물이 홍수와 함께 씻겨 퇴적에 의해 만들어진 공간이다. 이곳은 물을 담아두는 저수지 역할과 동시에 양서류와 같은 수중생물이 서식할 수 있는 공간을 제공한다. 하천생태계와 하천 경사도의 변화를 일으키며 생태계 생산성과 기능을 개선하는 중요한 공간이다. 따라서 인위적인 복원목표를 세우는 것보다 보운영 및 처리계획에 따라 자연스럽게 자연성이 회복되도록 도와주는 방식의 정책이 바람직하다.

3. 백제보, 금강하굿둑 연계운영

최근 금강하구호의 생태복원에 대한 요구가 점점커지고 있다. 첫째는 하구호의 수질 오염으로 인한 농업용수 이용시 친환경농산물 인증에 어려움이 있기 때문이다.

둘째는 금강하구호는 서해연안에 공급하는 생물의 산란장이자 치어들의 서식처임에도 불구하고 바다와 민물이 갑문에 가로막히는 등 천혜의 자연어장이 황폐화되었기 때문이다. 셋째는 연안지역의 수산물생산량이 현격하게 줄어들고 오염으로 인한 수산물가치가 하락하고 있기 때문이다. 넷째는 하구호의 퇴적물 축적문제, 연안의 침식문제 등이 있기 때문이다.

이와 같은 이유로 충청남도 서천과 논산지역을 중심으로 하굿둑 개방이 끊임없이 요구되어 왔으나 금강하구호의 농업용수를 이용하는 벼를 재배하는 전라북도 지역의 반발이 있다. 즉 하구호의 배수갑문 개방에 따른 염수침입으로 농업용수 사용이 불가하다는 주장이 제기되어 수문개방에 제한 요인으로 작용하고 있다.

금강정비사업과 관련한 금강수계 3개보의 처리방안에 대한 논의가 한창이다. 환경부장관과 충남연구원장의 연구용역 계약을 체결하여 연구가 한창진행 중이다. 2019년 상반기 국가물위원회 구성 후 처리방안에 대한 결정을 목표로 금강에 설치된 세종보, 공주보, 백제보의 평가과정을 통해 처리방안으로 완전철거, 부분철거, 상시개방, 탄력운영, 현행존치(담수운영)에 대하여 평가와 연구가 진행되고 있다. 고려할 사항은 백제보의 경우 보 평가 자체에 그치기보다는 금강하굿둑 배수갑문과 함께 연계운영 되도록 하여야 한다는 점이다.

즉, 훼손된 금강 중하류의 생태복원을 위해서 보의 운영을 함께 고려하여야 한다. 금강하굿둑의 비농업시기를 중심으로 배수갑문 개방범위를 증가시키고 농업시기에도 왕복성 어종(뱀장어, 잉어, 참계 등)의 이동시기에는 배수갑문을 열어 해수를 순환시킬 필요가 있다. 이때 염수침입을 줄이기 위해 직상류에 위치한 백제보의 담수량을 방류시켜 해수가 내륙 쪽에 과도하게 침입하지 않도록 조절하는 등 백제보와 금강하굿둑의 연계 운영하는 방안이 필요하다. 또한 수도작물의 한계염분농도에 대한 규정도 필요하다. 이를 위해 백제보와 금강하굿둑 연계 운영방법 등에 대하여 환경부와 농림수산식품부, 충청남도와 전라북도가 공동 참여하는 협의체 운영이 필요하다.

4. 소유역 중심의 통합물관리

금강의 수질과 수생태계 회복을 위해서 유역 내에 유입하는 수질오염물질 관리도 매우 중요하다. 특히, 금강 중하류지역은 대전, 청주, 세종 등 대도시가 위치하고 있고, 충청남도에 계룡, 공주, 청양, 부여, 논산, 서천 등 중소 도시가 위치해 있는 곳이기도 하다.

또한 대도시의 산업시설과 농촌지역의 가축사육으로 인하여 끊임없이 수질오염물질이 유입하고 있다.

우리나라는 전통적으로 강한 중앙집권적 형태를 취하고 있기 때문에 현재 지역별 유역의 물관리도 중앙집권적으로 권한이 부여되어 있다. 이러한 정치구조 때문에 지방정부는 중앙 정부의 정책이나 종합계획에 따라 수동적으로 움직여 왔다. 많은 국가들은 효율적으로 오염물질 관리를 위해서 유역중심의 물 관리체제로 정책을 전환하고 있다. 최근 미국과 일본에서는 소유역에 대한 관심이 높아지고, 관련 연구가 주목을 받으면서 지방정부와 시민단체 등이 소유역 중심의 물관리 활동을 진행하고 있다.

우리나라도 2018년부터 「물관리기본법」 제정에 따른 통합물관리를 시행할 수 있는 기반이 되었기 때문에 금강수계에서 유역단위 중심으로 수량과 수질관리 통합을 우선적으로 시행하여야 한다. 통합물관리는 대유역 보다는 소유역 중심으로 물관리가 진행될 때, 통합적인 유역별 물의 이용과 오염물질 관리가 가능하다. 대부분 하나의 기초자치단체 일부 유역에 위치한 소유역 중심으로 물관리정책을 집행한다면 이해관계자가 적어 그만큼 통합적인 물관리가 가능해진다. 즉, 수량과 수질관리 통합을 위해서는 적합한 유역규모로 계획을 수립하고 실행하여야 한다. 이때 물관리의 효율성을 높이려면, 소유역을 중심으로 권한과 책임이 주어지는 물 자치권이 확립되어야 한다.

결국 소유역 단위의 유역주민과 시민단체를 포함한 전문가, 토지소유주 등 물의 이용과 오염물질 관리 등에 관련된 주체들에게 권한과 책임이 함께 주어질 때, 금강에 유입하는 수질오염물질을 효율적으로 관리할 수 있을 것이다.

5. 금강하구 생태복원(해수순환)

오염된 하구호의 수질개선 없이는 생태복원이 사실상 불가능하다. 따라서 수질개선을 위해서 해수순환이 필수적이다. 우리나라를 비롯한 많은 국가들은 홍수 및 해일피해 예방, 농경지 및 산업용지 확보, 생활·농업 및 공업용수 확보 등의 장점 때문에 간척사업을 통한 방조제⁵⁾와 하굿둑⁶⁾ 건설을 추진하였다. 금강 하굿둑 건설에 의한 간척사업은 농경지를

5) 방조제 : 간척 사업을 목적으로 해안선 근처에 인공구조물을 축조하여 바닷물이 밀려들 때 일어나는 피해를 막기 위하여 쌓은 둑을 말한다.

확보한다는 장점이 있지만 농업용수를 비롯한 공업용수와 생활용수 등 많은 물이 필요하고 배출되는 폐수와 하수는 연안생태계를 오염시킨다는 단점도 있다. 방조제 안쪽의 갯벌매립에 따라 많은 지역에서 염생식물 군락지가 사라지고 생물 생산량이 급격히 감소하게 되었다. 결국 금강하구지역의 과도한 개발에 따른 기수역 파괴는 생태계 순환 고리를 차단하고, 유속저하에 의한 오염물질 축적과 용존산소 고갈, 육상기원의 조립질 퇴적물을 차단하여 연안침식을 유발하며, 방조제와 하굿둑 하류 측에도 세립질 유기퇴적물이 축적되어 수질이 지속적으로 악화되고 생태계 훼손을 초래하고 있다.

금강하구에 위치한 담수호는 수질이 점점 나빠져 농업용수 및 공업용수 사용에 적지 않은 제한요인으로 작용하고 있다. 최근 하구 담수호의 수질오염문제, 수산자원의 고갈 등의 문제를 깨닫고 방조제와 하굿둑의 갑문운영 및 구조개선 등을 통한 해수순환에 대한 유역민의 관심이 증가하고 충청남도의회는 전술한 바와 같이 금강특별위원회를 운영하면서 하구호의 수질 및 생태문제를 매우 신중하게 다루고 있다.

훼손된 금강 하구호의 복원에 있어서 훼손의 기준이 서로 달라 하구시설의 혜택(재해방지, 토지 및 수자원 확보, 농업생산 등)과 해양생태계 보전(복원)의 충돌이 발생하고 있다. 하굿둑과 방조제의 역기능으로 통로단절에 따른 생태계의 인위적 변화와 해수 및 담수호의 수질오염 등 환경오염을 유발하는 원인이 되고 있으나, 한편으로는 하구시설(하굿둑, 배수갑문, 하구제방 등)은 농업용수 확보와 농지조성, 해일과 조수 차단 등 재해방지의 순기능도 있다. 따라서 복원에 따른 편익과 비용의 객관적인 평가가 부족한 상태에서 무조건적인 배수갑문의 완전개방은 현실성이 결여될 수 있다. 해수순환 방법을 담수호의 특성에 따라 완전순환, 수시순환 등을 고려하고, 하굿둑 배수갑문 관리와 구조개선에 의한 해수순환방안도 도입할 필요가 있다.

6. 의사결정 협력시스템 구축

건강한 금강과 하구호의 관리를 위한 기본방향과 원칙은 무엇보다 지속가능성을 담보하여야 한다는 점이다. 현재의 개발행위가 향후 후손의 욕구를 저해하지 않도록 해야 하며, 더 이상의 금강과 금강하구 환경이 훼손되지 않도록 예방적 대책을 강화하여야 한다.

6) 하굿둑 : 바다에서 들어오는 염수를 막기 위하여 강의 하구에 쌓은 둑을 뜻한다.

동시에 금강과 금강하구 이용 및 개발에 있어 지역주민의 권익을 최대한 고려하고, 고유한 환경기능과 가치를 저해하지 않는 범위 내에서만 이용 및 개발을 하여야 한다. 즉, 상류 하천에서 연안에 이르기까지 건전한 금강관리에 역량을 집결할 수 있도록 행정, 조직, 단체, 법률, 제도, 비용 등을 정비하여 하구유역 중심의 통합관리 정책을 추진하기 위한 이해 당사자의 협력적인 거버넌스 구축이 필요하다.

상생협력의 관점에서 금강과 금강하구의 다양한 문제를 해결하기 위해 이해당사자들의 관심과 참여와 협조가 있는 네트워크시스템이 필요하다. 금강관리를 위한 분화된 현행 관리체제의 한계를 극복하기 위한 통합적 거버넌스 구축이 필요하다. 이를 위해 공간 및 관리주체를 통합하고 역할과 기능을 배분하며 정책과 제도를 통합할 수 있는 원칙들이 필요하다. 이와 같은 원칙들은 지역주민들의 권익을 보장하고 역할을 확대하도록 하여야 하며, 금강의 가치인식 및 환경훼손을 최소화 할 수 있도록 하여야 한다.

금강과 관계되는 다양한 이해관계자, 중앙부처와 지방자치단체, 상류유역과 하류유역, 농민과 어민, 개발업자, 수자원관리자, 환경 및 생태전문가, 지역개발 및 도시계획 관계자 등의 협력과 참여를 보장하는 지역포럼이나 정책협의회 등이 구성되어 운영되어야 한다. 이해관계 주체에 따라 금강과 하구를 바라보는 입장이 다르기 때문에 계획구상 초기단계부터 문제인식을 함께 공유하고 참여적인 의사결정이 이루어져야 한다. 이를 위해서는 다양한 환경-사회-경제-문화자원의 유기적인 관리 및 보호, 제도적 지원능력의 확보, 이해관계자간 이익의 분배 및 갈등의 조정 등 통합적인 전략의 개발과 실행을 위한 기반을 제시하여야 한다. 금강 통합관리체계 구축을 위해서는 금강유역과 하구를 구성하는 다양한 공간과 부문 간의 연계성 확보를 위한 기본적인 정책방향을 수립하여야 한다. 더불어 현재 분산되어 있는 관리주체 및 체계를 통합할 수 있는 제도적 장치를 마련하여 금강이라는 공간을 기반으로 하는 주민, 이용자, 경제활동가 등 다양한 이해관계자 간의 조정체계 구축방안이 함께 마련되어야 한다.

제5장 결론 및 정책 제언

제1절 요약 및 결론

이명박 정부가 한국형 녹색 뉴딜을 내세워 이름 붙인 ‘4대강 살리기사업’은 2008년 12월 29일 낙동강지구 착공식을 시작으로 2012년 4월 22일까지 22조 2천억 원의 예산을 투입해 추진한 우리나라 최대의 하천정비 사업이었다. 충청남도가 위치한 금강유역에서도 4대강 살리기의 금강정비사업이 추진되었다. 2009년 11월 22일 부여읍 구드래 나루터에서 당시 국토해양부장관(현:국토교통부 장관), 충남도지사, 부여군수 등 500여명이 참석한 가운데 ‘금강살리기 희망 선포식’을 갖고 본격적으로 추진하였다.

금강정비사업을 진행하는 동안 그리고 준공이후에도 많은 변화가 일어났다. 충남연구원에서 2011년부터 2018년 현재까지 수행중인 ‘금강 수환경모니터링’ 조사 및 분석결과에 따르면 금강정비사업 이후 나타난 수질오염문제, 퇴적토 오염문제, 녹조 대발생, 물고기집단폐사 사건, 큰빛이끼벌레 창궐현상, 녹조 대발생 등 금강정비사업 이전에는 볼 수 없었던 많은 문제들이 발생하였고, 그 외 수체의 건강성 문제, 지형 및 경관의 변화 등 금강 중하류지역에서 다양한 문제들로 사회적인 이슈가 되었다.

한편, 충청남도에서는 이와 같은 중앙정부 주도의 이른바 ‘금강살리기 사업’에 대한 인식을 달리하여 사업명칭도 ‘금강정비사업’이라 규정하였다. 추진과정에 충남지역의 전문가와 시민단체 중심으로 금강정비사업 추진시 많은 문제가 예견되어 다양한 논의와 효율적인 의사결정을 위해 ‘4대강사업 재검토 특별위원회’, ‘금강비전기획위원회’, ‘금강물고기 집단 폐사 민관공동조사단 운영’, ‘큰빛이끼벌레 민관 공동조사단운영’을 운영해왔다. 또한, 금강을 관리하기 위한 금강비전을 수립하고, 금강사업 지역을 중심으로 금강에 대한 수환경모니터링을 꾸준히 하게 진행해오고 있다. 그 외 훼손된 금강생태계 복원제안과 물관리기본법 및 하구복원특별법 등에 대한 입법을 제안하였고 최근에는 충청남도 의회를 중심으로 금강특별위원회를 구성하여 운영 중이다.

제2절 정책 제언

금강의 미호천이 합류하는 합강지점 부터 금강 하굿둑까지 자연성 유지를 위한 생태복원 노력이 필요하다. 충청남도의 남부지역을 관류하는 금강의 중·하류지역에 대규모 정비 사업으로 인하여 금강 중류부터 금강하류까지 수질적으로나 생태적으로 크게 훼손된 것은 분명한 사실이다. 따라서 금강 중·하류의 자연성회복을 위해서는 우선 물리적인 조건변화를 가져온 요인들을 평가하고 회복하여야 한다.

오염된 3개보 주변 금강물과 금강하구호의 수질개선 없이는 자연성회복이 사실상 불가능하다. 이를 위해 금강 중하류에 설치된 3개보(세종보, 공주보, 금강보)와 금강하굿둑에 대한 운영평가를 토대로 인위적인 복원목표를 세우는 것보다 보 운영평가 및 처리계획에 따라 자연스럽게 자연성이 회복되도록 도와주는 정도의 정책이 바람직하다.

훼손된 금강하류의 생태복원을 위해서 백제보와 금강하굿둑의 연계 운영하는 보의 탄력 운영이 필요하다. 즉, 금강 하구호의 생태복원에 있어서 훼손의 기준이 서로 달라 하구시설의 혜택(재해방지, 토지 및 수자원 확보, 농업생산 등)과 해양생태계 보전(복원)의 충돌이 발생하고 있다. 하굿둑과 방조제의 역기능으로 통로단절에 따른 생태계의 인위적 변화와 해수 및 담수호의 수질오염 등 환경오염을 유발하는 원인이 되고 있으나, 한편으로는 하구시설(하굿둑, 배수갑문, 하구제방 등)은 농업용수 확보와 농지조성, 해일과 조수 차단 등 재해방지의 순기능도 있다. 따라서 생태복원에 따른 편익과 비용의 객관적인 평가가 부족한 상태에서 무조건적인 배수갑문의 완전개방은 현실성이 결여될 수 있기 때문에 해수순환 방법을 담수호의 특성에 따라 완전순환, 수시순환 등을 고려하고, 동시에 염분침입이 적어도록 백제보의 연계운영 방안 등을 검토해야 한다.

금강은 상류뿐만 아니라 중하류지역도 금강물 이용에 대하여 이해관계가 복잡하게 얽혀 있는 지역이다. 그러나 더 이상 물이용 중심정책으로 금강과 금강하구 환경이 훼손되지 않도록 대책을 강화하여야 한다. 상류 하천에서 연안에 이르기까지 건강한 금강관리에 역량을 집결할 수 있도록 하구유역 중심의 통합관리 정책이 추진하기 위한 이해당사자의 협력적인 거버넌스 구축이 필요하다. 더불어 현재 분산되어 있는 관리주체 및 체계를 통합할 수 있는 제도적 장치를 마련하여 금강이라는 공간을 기반으로 하는 주민, 이용자, 경제 활동가 등 다양한 이해관계자 간의 조정체계 구축방안이 함께 마련되어야 한다.

참고문헌

- 국토해양부, 2010, 수문조사 보고서 I. 유량조사 부문(요약)
- 충청남도, 충남연구원, 2017, 금강 친수공간 현황 및 재자연화 방안제시
- 충청남도, 세종특별자치시, 대전광역시, 2017, 금강정비사업 이후 수환경모니터링
(2단계 2차년도 보고서)
- 김영일·정우혁·이상진·허재영, 2014, 금강정비사업 전·후 금강 중·하류 및 지류하천의
수질변화 분석, 대한상하수도학회, 2014(0), p194-195
- 정우혁·김영일·이상진, 환경변화에 따른 금강의 건강을 진단하다, 충남논단
- 허재영, 2010, 금강살리기 사업의 과제와 추진전략, 특집_새로운 충남 해법 찾기
- 금강수계관리위원회, 2013, 제2차 금강수계 수변구역 관리 기본계획('14~'18년)
- 금강유역환경청, 2013, 금강수계 수변구역 관리 기본계획('14~'18년)
- 한국환경정책·평가연구원, 2013, 4대강살리기사업 사후환경영향조사 분석·평가 및 개선방안 연구
- 금강수계관리위원회, 2016, 금강 대권역 물환경관리계획 수립 연구('16~'25년) 최종보고서
- 금강물고기집단폐사민관합동조사단, 2013, 2012년 금강물고기 집단폐사 조사보고서
- 환경부, 2011, 생태하천복원 기술지침서
- 환경부, 2014, 지속 가능한 생태하천복원사업을 위한 사후관리 및 평가체계 구축 연구
- 구분학. 2016. 환경생태학. 문운당.
- 구분학. 2018. 생태복원공학. 미발간(2018.12.)

- Harrison, W. & Taylor, A.D. 1997. Empirical evidence for metapopulation dynamics. *Metapopulation Dynamics : Ecology, Genetics and Evolution*. pp.27-42. Academic Press.
- Hobbs, R.J., S. Arico, J. Aronson, J.S. Baron, P. Bridgewater, V.A. Cramer, P.R. Epstein, J.J. Ewel, C.A. Klink, A.E. Lugo, D. Norton, D. Ojima, D.M. Richardson, E.W. Sanderson, F. Valladares, M. Vilà, R. Zamora and M. Zobel. 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol. Biogeogr.) 15 : 1-7.
- Jordan, M. 2015. Novel Ecosystems :Hope or Hype? New Thinking. The Nature Conservancy on Long Island.
- Chiarucci, A., S. Fattorini, B. Foggi, S. Landi, L. Lazzaro, J. Podani & D. Simberloff. 2017. Plant recording across two centuries reveals dramatic changes in species diversity of a Mediterranean archipelago. *Scientific Reports* volume 7, Article number : 5415.
- 鷺谷いづみ, 草刈秀紀 編. 2004. 自然再生事業. 生物多様性の回復をめだして. 築地書館.
- 杉山恵一, 進士五十八 編. 1992. 自然環境復元の技術. 朝倉書店.
- 養父志乃夫. 2002. 自然生態 修復工学 入門. 農文協.
- 日本緑化工學會 編. 緑化技術用語辞典. 山海堂.
- 沖縄県. 2013. 沖縄県自然環境再生指針 ~ 豊かな自然環境を取り戻し、美ら島うちなーを次世代へ~.

■ 집 필 자 ■

연구 책임 · 이상진 수석연구위원(충남연구원)

공동 연구 · 박현진 연구원(충남연구원)

협동 연구 · 허재영 총장(충남도립대학교)

· 구본학 교수(상명대학교)

· 송미영 연구위원(경기연구원)

전략연구 2018-00 · 금강 중 · 하류의 물환경 변화와 생태복원 정책방안
(금강정비사업 전 · 후를 중심으로)

글쓴이 · 이상진 외

발행자 · 윤 황 / 발행처 · 충남연구원

인쇄 · 2018년 12월 31일 / 발행 · 2018년 12월 31일

주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (314-140)

전화 · 041-840-1171(환경생태연구부) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1289

ISBN · 000-00-000-000-0 00000

<http://www.cni.re.kr>

© 2018, 충남연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.