

충남리포트 제204호

# ChungNam Report

2016. 1. 20.

## CONTENTS

### < 요약 >

1. 금강 큰빛이끼벌레 확산
2. 금강본류의 수질 및 수생태 분석
3. 큰빛이끼벌레 사멸에 따른 영향
4. 정책제언

## 금강 중·하류의 물 환경 특성과 큰빛이끼벌레 서식에 따른 대응방안

### 정 중 관

충남연구원 환경생태연구부 선임연구위원, [asset@cni.re.kr](mailto:asset@cni.re.kr)

본 연구는 금강정비사업 이후 금강본류의 물 흐름과 하천상황 변화에 따른 큰빛이끼벌레의 서식 및 분포상황, 수질 및 수생태계에 미치는 영향을 평가하고 대응방안을 모색하는데 있음

### 요 약

- 금강에서 발생한 큰빛이끼벌레로 인해 주민에게 혐오감 및 하천 생태계 파괴 불안감, 금강본류 수질악화와 수생태계 변화에 대한 우려가 확산되고 있어서, 금강 중·하류 물환경 특성조사 및 큰빛이끼벌레의 서식 실태와 향후 대응방안을 검토하였음
- 큰빛이끼벌레의 서식상황은 쌍신공원, 대전당진고속도로 교각, 불티교, 세종보 상류 마리아 선착장 주변, 세종보, 공주보, 백제보 상류 2~3km 부근 지점에서 다량 분포하는 특징을 보였음
- 녹조 과량발생에 의한 pH가 상승할 경우, 큰빛이끼벌레의 대량폐사 시 분해과정에서 용출되는 암모니아와 암모늄 이온의 화학평형 유지능력 저하로 수생태계의 균형 붕괴가 우려됨
- 금강수질 및 수생태 안정성 증진 대안으로 물 흐름 유속의 증가를 위한 보 개방, 한시적 순간방류(pulse discharge) 등 대책이 요구됨
- 금강본류 3개 보로 인한 큰빛이끼벌레의 번식, 녹조의 과잉에 따른 수생태의 변화에 능동적으로 대처하려면 수리학적 체류시간 단축을 위해 주기적 배수, 보의 개방 등 상시적 물 흐름을 확보할 수 있어야 함



## 금강 큰빛이끼벌레 확산 ◀

# 01

- 금강수계에 3개 보를 만든 금강정비사업 이후 2012년 10월 백제보 상류 물고기 떼죽음, 2013년 조류 및 큰빛이끼벌레 대발생, 퇴적토 문제 등 끊임없이 물 환경 문제가 발생함.
  - 충청남도에서는 2011년부터 금강수환경모니터링 용역을 수행 중이며, 2013년 국회 환경노동위원회 국정감사에서 큰빛이끼벌레 확산에 따른 우려가 제기됨.
- 특히 금강수계 3개 보를 중심으로 ‘큰빛이끼벌레’의 대발생은 언론집중 보도 및 사회문제화됨. 2014년 7월 금강 중하류지역 큰빛이끼벌레 발생에 따른 관계자 회의 시 충남도지사의 조사 및 대응방침에 따라 충남연구원이 큰빛이끼벌레 서식실태를 조사하게 됨
- 수온이 상승하는 시기인 여름철에 큰빛이끼벌레의 대발생은 주민에게 혐오감 및 하천 생태계 파괴의 불안감을 초래하였고, 금강본류 수질악화와 수생태계 변화에 대한 우려도 확산되어 금강 중·하류 물환경 특성과 함께 큰빛이끼벌레의 분포실태 조사가 필요하게 되었음
- 금강 중·하류 본류 및 지류의 수질변화를 파악하기 위해 조사지점은 본류 18개 지점, 지류 17개 지점을 선정함. 조사방법으로 금강 본류 및 주요 지류하천 지점의 수질변화는 환경부 등 국가 수질측정망 자료를 활용하고, 시기적 또는 장소적으로 추가 조사가 필요한 지점에 대해서는 추가 현장조사를 수행함
- 3개 보 준공 이후 물 흐름의 변화에 따라 수질 및 수생태에 미치는 영향을 파악하고자 상·하류 하상 변화 및 퇴적 현황 조사를 시행함. 이를 위해 3개보(세종보, 공주보, 백제보)를 중심으로 퇴적토의 성분 분석을 수행하였는데, 퇴적물 분석은 보 상류 및 주요 퇴적지점

15개소를 선정함. 퇴적물 성분 분석항목은 총 7개 항목으로 입도, 함수율, 완소연소가능량, COD<sub>Sed</sub>, T-N, T-P, SRP(수용성인) 등을 분석함

- 큰빛이끼벌레의 서식 및 분포현황 조사는 환경단체 및 현장전문가를 중심으로 현지조사를 시행함. 조사지점은 세종 합강리 지점~백제보 하류 5km 지점까지로 하였고, 조사시기는 초여름, 장마 직후, 수온 최고조기, 가을철 수온강하기 등 5회에 걸쳐 조사구간 전구간을 등거리 간격으로 구분하여 조사함. 조사방법은 장화, 어복, 고무보트를 이용하여 하천에 진입하여 목측(目測)으로 큰빛이끼벌레 유무를 조사함
- 큰빛이끼벌레 사멸시 수질에 미치는 영향 분석을 위해 반응조를 설치 운영하였는데, 큰빛이끼벌레 함량 및 하천수에 따른 구성을 감안하여 0.5%(원수), 1%(증류수), 1%(원수), 2%(원수)로 하여 사체가 수질에 미치는 영향을 평가함



〈그림 1〉 금강의 큰빛이끼벌레 서식 모습

### 1) 금강 본류의 수질 실태 분석

- 금강 본류의 주요 수질항목인 BOD, COD, T-N, T-P 등은 금강정비사업 전후를 비교하면 개선된 것으로 나타남. 그러나 Chl-a 농도는 금강정비사업 이전인 2003~2008년의 자료와 비교한 결과, 금강정비사업이 마무리 단계인 2011년과 2012년에는 금강정비사업 이전보다 낮아진 것으로 나타났으나, 준공 이후 2013년에는 과거 수준과 동일한 양상을 나타냈으며, 부여·서천 등지의 하류에서는 증가한 것으로 나타남
- 수위유지 현황으로 세종보와 공주보는 준공 이후 보의 개보수를 위하여 수위를 낮춘 기간이 있었으나, 백제보의 경우 준공이전 시험운영 단계에서부터 지속적으로 안정적인 관리 수위를 유지하고 있으며, 3개의 보 모두 평시 어도 운영 가능 수위 이상으로 유지되고 있음.
  - 공사 전에 비해 하천의 체류시간은 약 3배로 증가하였으며, 유속은 세종보 하류에서 1/3~1/4 수준으로 감소함

### 2) 금강본류의 수생태 실태 분석

- 큰빛이끼벌레의 서식상황은 쌍신공원, 대전당진간 고속도로 교각, 불티교, 세종보 상류 마리아 선착장 주변, 부여보 하류에서 다량 서식하는 것이 특징인데, 조사결과를 종합해보면 세종보, 공주보, 백제보 상류 2~3km 부근 지점에서 다량 분포하는 특징을 보임. 특히, 만곡부를 중심으로 안정적으로 분포하고 있었고, 발견수심은 30~100cm 사이에서 대부분이 발견됨

- 지점별로 대표적인 지점은 쌍신공원, 백제큰다리, 왕진교, 곰나루인근, 세종시 마리나선착장 등인데, 이 지점들은 유속이 거의 없는 구간들로 풍향에 의한 취송류(吹送流) 발생으로 표층수가 하류에서 상류로 형성되는 곳임
- 큰빛이끼벌레의 서식패턴은 우기 때 유속이 빨라지면서 사멸하고, 사멸 후 포자형태의 휴면아로 남아 존재하다가 유속, 기온, 부착할 수 있는 안정적 구조물이 형성되면 다시 재발아하는 것으로 나타남. 큰빛이끼벌레가 발아해서 군체를 형성하는데 필요한 시간은 현장의 여건에 따라 차이가 있으나 대략 3~5주 정도 소요됨

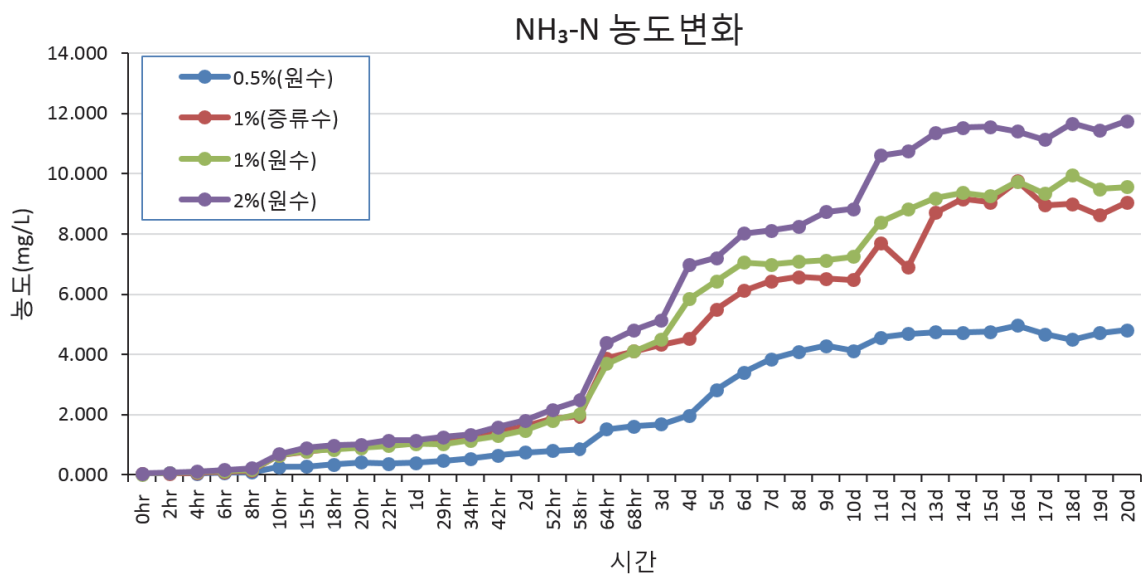


〈그림 2〉 금강 본류구간 큰빛이끼벌레 서식지 현황

## 큰빛이끼벌레 사멸에 따른 영향 ◀

03

- 큰빛이끼벌레의 사멸에 의한 수질영향을 보기 위해 실험실에서 용존산소 소비 정도를 측정함. 그 결과 속도는 2%(원수)에서 가장 빠른 것으로 나타났으며, 1%(증류수)와 1%(원수)는 거의 유사한 감소 속도를 나타냄. 용존산소의 감소현상은 큰빛이끼벌레의 유기물 성분의 분해에 따라 나타나는 현상이며, 반응조가 용존산소가 거의 없는 혐기상태에 도달하는 58시간 이후부터 암모니아성 질소( $\text{NH}_3\text{-N}$ )이 급격하게 증가하는 현상이 관측됨



〈그림 3〉 시간 흐름에 따른  $\text{NH}_3\text{-N}$  농도 변화

- 큰빛이끼벌레가 수체에 존재하고 사멸할 경우, 상당한 용존산소 소모현상이 나타나는 것이 확인되었으며, 사체의 분해시  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 용출로 인한 수질 악화 현상이 확인되었음.



- 수체내의 암모니아(암모늄 포함) 농도와 pH 간의 관계도 및 암모니아의 존재비율에서 pH와 수온이 상승할수록 이온상태( $\text{NH}_4^+$ )보다 암모니아 상태( $\text{NH}_3$ )로 존재함을 알 수 있음.
- 큰빛이끼벌레 증식과 사멸에 따른 수생태 영향평가에서 유수(流水)형 하천에서 정수(靜水)형 호소 생태로 전환될 경우 생물다양성의 문제가 발생하고 있고, 서식 종의 단순화, 우점화, 외래종의 침입, 물고기 어종 변화 등이 진행되고 있음. 이러한 관점에서 수생태의 안정성과 다양성 유지가 필요한 상황임
- 수질분야는  $\text{NH}_3(\text{NH}_4^+)$  산화에 필요한 산소 소비로 수체 내의 산소고갈 가속화(호소 저층의 혐기성화), 생성된 산을 중화하는데 알칼리도 소모로 수체의 완충능력 저하가 초래됨.
- 수생태분야는 녹조(綠藻)의 과량 번무에 의한 pH 상승작용을 초래할 경우, 큰빛이끼벌레의 대량폐사 시 분해과정에서 용출되는 암모니아와 암모늄 이온의 화학평형 유지능력 저하로 수생태계의 균형 붕괴가 우려됨

〈표 1〉 금강수계 보의 수리학적 특성

지점	밀도 프루드 수 (N <sub>F</sub> )	유량(CMS) 평균갈수량~저수량저	체류시간(일)
세종보	5.74 ~ 7.89	33.21 ~ 45.61	0.94 ~ 1.29
공주보	2.06 ~ 2.79	35.21 ~ 47.61	3.35 ~ 4.54
백제보	1.76 ~ 2.33	38.31 ~ 50.71	5.03 ~ 6.65



- 금강중하류의 수질특성 분석조사와 큰빛이끼벌레의 서식실태를 중심으로 수질 및 수생태 영향을 분석한 결과, 큰빛이끼벌레 사체가 분해되면 유기질소는 생물전화(生物轉化)에 의해 유리 암모니아( $\text{NH}_3$ ) 또는 용해상태의 암모늄 이온( $\text{NH}_4^+$ )이 되는데, 이 두 화합물이 암모니아성 질소로 평형상태로 존재함. 이 과정에서 수중 용존산소를 소비하며, 생성된 산을 중화하는데 알칼리도가 필요하고 소모됨에 따라 수체의 완충능력 저하를 초래함
- 수체내에 녹조류가 대량 발생하는 상태에서는 pH 9~10으로 상승하게 되어 수질뿐만 아니라 수생태 자체의 안정성이 떨어지게 되는데 이에 대한 대안으로 물 흐름 유속의 증가를 위한 보 개방, 한시적 순간방류(pulse discharge) 등 다양한 대책 강구가 요구됨
- 금강본류 3개 보의 수체(물덩어리)는 수리학적 정체상태로 인한 큰빛이끼벌레의 번식, 녹조의 과잉 번무에 따른 수생태의 변화에 능동적으로 대처하려면 수리학적 특성을 고려한 체류시간 단축을 위해 주기적 배수, 보의 개방 등 상시적 물 흐름을 확보할 수 있어야 함

정 종 관 선임연구위원  
충남연구원 환경생태연구부  
041-840-1271, asset@cni.re.kr

※ 본 연구는 충남연구원 2015년도 전략과제 “금강 중하류의 물환경 특성 및 ‘큰빛이끼벌레’의 서식실태”를 요약재구성한 것임.

## ◆ 참고 자료 ◆

- Bloom, A. L. and Park, Y. A., 1985, Holocene sea-level history and tectonic movements" Republic of Korea, Quaternary Research, 24, 77-84.
- Borde, A. B., L. K. O'ourke, R. M. Thom, G. W. Williams, and H. L. Diefenderfer, 2004, Rational Review of Innovative and Successful Coastal Habitat Restoration, Battelle.
- Clewell A, J Rieger and J Munro, 2000, Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects, A Society for Ecological Restoration, Publication.
- Diefenderfer, H. L. and R. M. Thom, 2003, Systematic Approach to Coastal Ecosystem Restoration Battelle.
- Sea Grant Oregon. National Coastal Ecosystem Restoration Manual, 2002, ORESU-H-02-002, NOAA Office of Sea Grant and Extramural Programs, and Oregon State University Extension Service, Corvallis, OR.
- Shreffler D. K, R. M. Thom, M. J. Scott, K. F. Wellman, M. A. Walters, and M Curran, 1995, National Review of Non-Corps Environmental Restoration Projects, IWR Report 95-R-12, U.S. Army Corps of Engineers and Waterways Experimental Station, Vicksburg, Mississippi.
- Balounova, Z., E. Pechouskova, J. Rajchard, V. Joza and J. Sinko, 2013. World-wide distribution of the bryozoan *Pectinatella magnifica* (Leidy, 1851). European Journal of Environmental Sciences, 3(2): 96-100.

## 충남리포트(2015년~현재)

구분	제 목	집필자	발행일
2015-01	충남 야생동식물 서식현황 및 생물다양성 증진 방안	정옥식	2015.01.05
2015-02	지역단위 중소기업 지원 플랫폼 구축 방안	신동호	2015.01.13
2015-03	충청남도 문화예술 비전과 발전전략	박철희	2015.01.26
2015-04	충청남도 행정리 단위 마을의 인구 및 가구구조 변화 특성	최은영 외	2015.02.03
2015-05	충청남도 도서(島嶼) 특성과 발전방향	한상욱	2015.02.12
2015-06	충청남도 행정통·리 마을의 최근(2005~2010년) 변화와 시사점	최은영 외	2015.02.17
2015-07	2015년 충남 GRDP 전망 - GRDP 100조 시대 충남의 새로운 도약	김양중	2015.02.25
2015-08	글로벌 차원의 산업정책 패러다임 변화와 시사점	정준호	2015.03.05
2015-09	신균형발전을 위한 다층적 균형정책	박배균·김동완	2015.03.12
2015-10	사람 중심의 통합적 균형발전정책	조명래	2015.03.20
2015-11	삽교호 수계! 충남형 유역관리방안의 선제적 추진이 필요하다	김영일 외	2015.03.26
2015-12	하구의 생태적 가치! 무엇이 가로막고 있는가?	이상진	2015.04.01
2015-13	수도권 집중을 막기 위한 새로운 균형발전 담론과 실천 과제	강현수	2015.04.10
2015-14	충남지역 전력요금 차등화 방안 - 전력요금의 지역신호 강화 방안 -	이인희	2015.04.16
2015-15	충남의 철강산업 실태와 발전방안	백운성	2015.04.17
2015-16	충남 논습지의 생태계서비스 가치 평가	사공정희	2015.04.22
2015-17	농업·농촌의 공익적 기능에 대한 보상으로서 농업직불금 확대 필요	강마아·이관률	2015.04.24
2015-18	충남 “미더유” 현황과 발전전략	권오성	2015.04.29
2015-19	충청남도 농촌중심지 활성화 정책의 과제와 전략	이상준 외	2015.05.01
2015-20	충남 도민이 꿈꾸는 행복한 성장	김양중·백운성	2015.05.15
2015-21	양봉산업의 의의와 발전가능성	이관률	2015.05.19
2015-22	충남 저소득층 복지정책의 현황 및 개선방안	류진석	2015.05.28
2015-23	과소화·고령화 된 농촌마을, 유형별 재편이 필요하다	조영재	2015.06.05
2015-24	충남의 환경보건정책 로드맵이 필요하다	명형남	2015.06.12
2015-25	충남 로컬푸드 직매장의 실태 및 성공전략	김종화	2015.06.19
2015-26	지역자원시설세, 현명한 세수활용이 필요하다	이민정·여형범	2015.06.26
2015-27	충남의 사회적경제, 자산 활용과 시·군 중심 추진이 바람직하다	송두범·박춘섭	2015.07.03
2015-28	충청남도 통합디자인을 위한 사전진단지표 구축 방안	이충훈	2015.07.10
2015-29	수소연료전지산업의 최신동향과 충남의 대응 방안	이항구	2015.07.17
2015-30	도민의 주거환경 만족도로 본 충남의 주거환경정책 추진방향	임준홍·홍성효	2015.07.23
2015-31	현대자동차와 충남의 상생발전 방안	김양중	2015.07.31
2015-32	메르스 사태를 통해 본 충남의 감염병 발생현황과 정책제언	명형남	2015.08.12
2015-33	미국의 수소연료전지차 보급을 위한 민관파트너십 사례와 시사점	홍원표·강수현	2015.08.20
2015-34	충남의 지속가능발전지표 관리방안	이관률·송두범	2015.08.27
2015-35	충남의 제조업 총요소생산성 분석	이준표	2015.09.03
2015-36	충청남도 특성에 적합한 물 재이용 체계 구축방안	이원태·김영일	2015.09.10
2015-37	충청남도 온실가스배출 특성 및 전략적 대응 방향	정종관 외	2015.09.17

구분	제 목	집필자	발행일
2015-38	충남도민의 언론매체 이용 실태와 효율적 정책홍보 방안	박경철	2015.09.22
2015-39	충남시민사회단체 활동가 교육 현황과 활성화 방안	김지훈	2015.10.08
2015-40	일본 후쿠오카현의 수소프로젝트 사례와 시사점	이민정	2015.10.13
2015-41	충청남도 농어업회의소 설치 및 운영방안	임성규 · 정명채	2015.10.22
2015-42	농협과 함께 하는 지역맞춤형 농정혁신모델	김기현	2015.10.27
2015-43	‘도는 도답게’ 광역자치단체로서 도의 역할과 기능 재정립	권선희	2015.10.29
2015-44	충남 지방문화원의 운영실태 및 발전방안	최영화	2015.11.05
2015-45	충남의 의료서비스 취약지역 현황과 도민 건강 정책 방안	임준홍 · 이경주	2015.11.12
2015-46	중국 관광객(요우커, 遊客)의 충남 유치 전략 마련	박인성	2015.11.16
2015-47	충남 환경문제 해결을 위한 자원 확보 방안	김성욱 · 최정석	2015.11.23
2015-48	적극적인 커뮤니티시설 도입을 통해 충남 전통시장을 활성화하자	이상준	2015.11.27
2015-49	대체자동차부품산업 육성을 위한 충남의 정책 방안	김양중	2015.12.03
2015-50	충남 홍동 유기농업의 특징과 과제	김기흥	2015.12.10
2015-51	수도권에 집중된 대기측정망, 충남 도내 확대가 필요하다!	명형남	2015.12.17
2015-52	한중FTA에 따른 충남 농림어업 분야 영향과 대응방안 구상	강마야	2015.12.20
2015-53	금강의 미래, 금강비전으로 말하다	이상진 · 김영일	2015.12.30
2016-01	행복한 성장을 위한 꿈과 도전, 충남경제비전 2030	강현수 외 2명	2016.01.04
2016-02	공공부문 개혁 요구와 충남에 대한 시사점	김대호	2016.01.07
2016-03	민주주의 패스포트를 통한 로컬거버넌스 구축 방안	김욱 외	2016.01.14

▣ 충남연구원 홈페이지([www.cni.re.kr](http://www.cni.re.kr))에서 쉽게 볼 수 있으며, 인용시 출처를 정확히 밝혀주세요!

▣ 본 연구보고서는 충남연구원의 자체보고서로 발간된 것이며, 충남도의 공식입장과 다를 수 있습니다.