

북한산국립공원내 휴식년 계곡의 수질관리를 위한 계류수질모니터링

박재현¹⁾ · 마호섭²⁾

¹⁾임업연구원 · ²⁾경상대학교 산림자원학과

Stream Water Quality Monitoring in closed Valley Areas for Preserving Stream Water Quality of Puk'ansan National Park

Park, Jae-Hyeon¹⁾ and Ma, Ho-Seop²⁾

¹⁾ Forestry Research Institute, Seoul

²⁾ Faculty of Forest Science, Gyeongsang National Univ., Chinju

ABSTRACT

This research was planned to propose some suggestions on the management of stream water quality in the closed valley areas of the Puk'ansan National Park during July 1998 to June 1999.

A closed valley area should designate whole valley area. Stream water quality monitoring should include investigation on cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), anions (Cl^- , SO_4^{2-}) and suspended solids. A counterplan for stream water preservation and its practical application should be considered before closing a valley area. Also, the results of stream water quality in the closed valley areas in the National Park should be informed to the public. Discharged water from private areas such as a Buddhist temple, shelter, resting place, shopping center, etc. in the National Park should be checked and cleaned. We need to establish regulations on the utilization of stream side area in the park, and trails near the closed valley should also be included in the areas.

Key words : closed valley area, preservation of stream water quality, Puk'ansan National Park

I. 서 론

“자연휴식년제”란 “자연”과 “휴식년제”의 합성어라 할 수 있다. 여기에서 “자연”이라 함은 국어사전적 의미로 볼 때 “사람의 힘을 더하지 않은 천연 그대로의 상태, 무궁한 진리의 물질적 표현으로서 우리의 경험 대상의 전체, 인류이외에 있는 외계의 온갖 물질”로 풀이되고, “휴식년제”란 “잠깐 쉬 수 있도록 제도로 지정한 해(年)”라고 풀이할 수 있다. 따라서 “자연”과 “휴식년제”의 합성어 “자연휴식년제”는 “사

람의 힘을 더하지 않은 천연 그대로의 상태를 유지 회복하기 위하여 자연도 정해 놓은 기간 동안 쉬도록 정한 제도”라고 할 수 있다. 그렇다면 계곡휴식년제는 자연휴식년제와 비슷한 의미에서 다만 정해놓은 자연 가운데 일부인 훼손된 계곡을 중심으로 수변생태계 및 수질환경을 포함한 광의적인 수서 생태계를 복원·보존한다는 의미로 해석할 수 있다.

최근 도시화 구역에 둘러싸여 고립된 생태적 섬으로서의 북한산 등 국립공원은 탐방객의 급증으로 취사, 야영 등 각종 불법행위와 개발행

위가 성행할 뿐더러 다양한 동식물의 남획, 등산로 훼손 등 내부적 요인과 도시오염의 심화, 탐방객들의 과도한 이용 등에 의한 계류수질 오염 등 자연생태계에 심각한 영향을 초래하고 있어 생태적인 전문관리가 중요한 시대적 과제로 대두되고 있다(홍사오, 1985; 최영박, 1994; 김기원, 1996; 국립공원관리공단북한산관리소, 1997; 국립공원관리공단북한산동부관리사무소, 1998).

북한산국립공원 뿐만 아니라 우리 나라의 자연생태계를 대표하는 국립공원은 과도한 이용객의 훼손 및 이용으로 점차 훼손되고 있으며, 계류수질도 오염으로 인해 악화되고 있는 상황이다. 특히 훼손이 심한 요소는 계류수 오염이다. 즉, 대부분의 탐방로, 등산로는 계류수를 끼고 형성되어 있어 탐방객의 무분별한 교란에 의한 수질저하가 진행되고 있다. 더구나 대부분의 국립공원은 초입부에 조성되어 있는 대형 숙박·상업시설에서 발생하는 대량의 오폐수와 공원내 곳곳에 산재해 있는 사찰 및 휴게소·대피소 등에서 방류되는 무처리 오폐수도 주요 수질저하 요인으로 작용하고 있어 국립공원내 계류수질 오염은 방치시 심각한 상황에 이를 수 있는 위험요소를 안고 있다.

이와 같이 시급하다고 판단되는 등산로 및 계류수질오염을 방지하는 등 국립공원 자연생태계의 복원을 도모하고자 국립공원관리공단에서는 1991년 휴식년제 도입을 처음 시도하였다. 그러나 그후 1997년 설악산, 북한산, 지리산 등 3개 국립공원의 휴식년제기초조사를 실시하기까지 이와 같은 제도의 시행효과 분석이 이루어진 바 없으며, 자연휴식년제를 도입하기 위한 과학적인 사전조사 또한 이루어진 바 없다. 따라서 과연 자연휴식년제, 또는 계곡휴식년제의 시행에 의한 자연의 복원정도가 어느 정도인지 과학적으로 규명할 방법이 없었을 뿐만 아니라 이대로 사람의 출입만 통제하여 자연복원을 피해야 하는지, 인위적 복구공법을 병행해야 하는지 등에 대한 근거자료 확보 또한 미흡한 실정에 있다(국립공원관리공단북한산동부관리사무소, 1998).

따라서 이러한 문제점을 인식하여 북한산의 경우 자연휴식년제, 또는 계곡휴식년제 실시에 따른 생태변화 조사를 3 내지 5년 정도로 정기적으로 실시하여 여기에서 얻어진 자료를 기초로 휴식년제 구간의 물리적, 생물학적, 이화학적 변화양상에 의한 휴식년제 시행효과 분석 및 앞으로의 효율적인 휴식년제 관리 방안 모색에 활용하고자 하고 있다.

이 연구는 우리 나라에서 국립공원내 계곡휴식년제를 실시하는 도심의 북한산국립공원을 대상으로 계곡휴식년제 실시 현황 및 필요성을 소개하고 그에 따른 문제점을 분석·평가함과 동시에 계곡휴식년제를 실시하는 국립공원의 계류수질보존을 위한 계곡휴식년제 관리 및 계류수질모니터링에 필요한 대책을 제시하는 데 그 목적이 있다.

II. 연구의 범위 및 방법

북한산국립공원은 행정구역상으로 서울특별시 도봉구, 성북구 등 6개 구와 경기도 고양시, 의정부시, 양주군일원 등 북한산(836.5)과 도봉산(739.5) 전역을 포함하는 총면적 78.45km²로, 관속식물 644종, 포유류 16종, 조류 44종, 곤충류 522종, 양서류 10종, 파충류 6종을 포함하여 다양한 식물·동물이 분포하고 있다. 또한, 북한산국립공원 일대는 중생대 말에 관입한 화강암과 섬록암 등의 화성암류로 구성되어 있고, 암석지가 70%로 과반수 이상이며, 평탄지 및 산록의 환경사시대인 I 급지가 0.5%로 북한산지역내 계곡은 우이계곡을 비롯한 9개 계곡이 있다. 또한, 북한산국립공원 내에는 진흥왕순수비(국보3호)를 비롯한 많은 문화재와 도선사를 비롯한 사찰이 산재하고 있다(국립공원관리공단북한산관리소, 1997). 연구의 공간적 범위는 북한산국립공원내 5개의 계곡휴식년제 시행구간을 대상으로 1998년 7월부터 1999년 6월까지 월 1회 현장 답사하여 탐방객들의 계류수질오염행태(목욕, 수변에서의 취사 및 음주, 세탁, 모뎀 투기 등)를 유형별로 관찰·기록하였으며, 계곡휴식년제 시행에 따른 계류수질모니터링 등 계류수질

평가항목 선정의 문제점 및 개선 방안 등을 야장에 기록해 선행연구(박재현, 1995; 1996; 1997; 국립공원관리공단북한산관리소, 1997; 국립공원관리공단북한산동부관리사무소, 1998)와 비교·분석하였다.

Ⅲ. 북한산국립공원내 계곡휴식년제 현황

1998년 7월 1일과 1999년 1월 1일부터 시행된 북한산국립공원내 계곡휴식년제 실시구간은 송추계곡1(제1철교~제3철교, 0.8km), 송추계곡2(제1철교~오봉삼거리, 1.1km), 우이계곡(국립공원관리공단북한산동부관리사무소우이분소열~구 백운매표소, 0.6km), 구기계곡(구기분소~제4휴식처, 1.0km), 평창계곡(평창2매표소~동령폭포 위, 0.4km) 등 5개 구간이었다. 북한산국립공원동부관리사무소에서 관리하는 구간은 우이계곡(국립공원관리공단북한산동부관리사무소우이분소열~구 백운매표소, 0.6km), 구기계곡(구기분소~제4휴식처, 1.0km), 평창계곡(평창2매표소~동령폭포 위, 0.4km) 등 3개 구간 총 연장은 2km이고, 2002년 12월말까지 시행할 예정으로 있다. 또한, 북한산국립공원서부관리사무소에서 관리하는 구간은 송추계곡1(제1철교~제3철교, 0.8km), 송추계곡2(제1철교~오봉삼거리, 1.1km) 등 2개 구간 총 연장은 1.9km로 1998년 7월 1일부터 1999년 12월 31일까지 시행할 예정으로 있다. 즉, 북한산국립공원내 계곡휴식년제 구간은 총 3.9km이었다(표 1).

이 지역에 대하여 국립공원관리공단에서는 일부 구간을 대상으로 1999년에는 매월 계곡휴

식년제 시행구간에 대한 계류수질모니터링의 차원에서 수질측정을 중심으로 기초조사를 실시할 예정이고, 2000년부터는 수계생태계를 밝힐 수 있는 수서생물조사와 수질분석을 중심으로 한 연구조사를 바탕으로 계곡휴식년제 시행효과를 분석, 향후 관리방안을 모색해 나갈 예정으로 있어 국립공원내 계곡휴식년제 시행에 따른 수계생태계의 복원여부를 파악할 수 있는 중요한 시점에 있다고 할 수 있다.

Ⅳ. 계곡휴식년제의 효율적 운영을 위한 수질관리방안 고찰

선행연구(국립공원관리공단북한산관리소, 1997; 국립공원관리공단북한산동부관리사무소, 1998) 결과 북한산국립공원의 계곡 이용현황은 표 2에서와 같고, 북한산국립공원 15개 계곡의 이용객은 평균 252.8천명으로 수질오염 정도는 양호한 계곡이 6개, 보통인 계곡이 9개이었다.

북한산국립공원에서는 계곡휴식년제 시행을 1단계인 1999년부터 1개 계곡을 정하여 계곡휴식년제를 시범 운영하고, 2단계로는 수질오염개선, 계류생태계 안정 등 시행성과를 보아 2개 계곡씩 확대 시행할 목표로 있으며, 3단계로 등산로 자연휴식년제 구간과 연계하여 유역 일대를 자연휴식년제로 시행하는 방법을 장기 검토할 계획에 있다(국립공원관리공단북한산관리소, 1997). 따라서 현재 북한산국립공원에서 시행하고 있는 계곡휴식년제 및 수질모니터링의 문제점 등을 분석·평가한 결과 몇 가지 보완 및 검토가 필요한 것으로 생각된다. 이에 대한 제안·고찰

표 1. 북한산국립공원내 계곡휴식년제 구간 현황

공원명	지역	계곡휴식년제 구간	거리(km)	기간
북한산 동부	우이지역	우이분소~구 백운매표소	0.6	1999. 1. 1 ~ 2002. 12. 31
	구기지역	구기분소~제4휴식처	1.0	"
		평창2매표소~동령폭포 위	0.4	"
북한산 서부	송추지역1	제1철교~제3철교	0.8	"
	송추지역2	제1철교~오봉삼거리	1.1	1998. 7. 1 ~ 1999. 12. 31

표 2. 북한산국립공원의 계곡 이용 실태

계곡명	이용정도 (천명/년)	수질오염		
		극심	보통	양호
구기계곡	482			○
평창계곡	205			○
정릉계곡	316			○
구천계곡	305			○
북한산	우이계곡	438	○	
	북한산성계곡	513	○	
	삼천사계곡	39	○	
	진관사계곡	27	○	
	사기막골계곡	13	○	
	무수골계곡	17	○	
	도봉산계곡	1,145	○	
도봉산	원도봉산계곡	168	○	
	회룡골계곡	70		○
	안골계곡	18	○	
	송추계곡1, 2	36		○

사항은 다음과 같다.

1. 계곡휴식년제 시행구간이 짧고 제한적이다. 즉, 북한산국립공원에서는 우이계곡(국립공원관리공단북한산동부관리사무소우이분소옆~구 백운매표소, 0.6km), 구기계곡(구기분소~제4휴식처, 1.0km), 평창계곡(평창2매표소~동령폭포 위, 0.4km), 송추계곡1(제1철교~제3철교, 0.8km), 송추계곡2(제1철교~오봉삼거리, 1.1km) 등 5개 구간만을 계곡휴식년제 구간으로 정하여 시행하고 있지만, 북한산국립공원에는 우이계곡을 비롯한 9개 계곡이 있고, 또 계곡휴식년제로 지정되지 않은 상시 일정한 유량 이상의 계류가 흐르는 크고 작은 계곡이 많아 실제로 계곡휴식년제의 목적인 수계생태계의 복원 목표를 달성하기가 어렵다는 문제점을 안고 있다. 즉, 현재 지정된 계곡휴식년제 구간은 초기 시행단계 등 관리상의 문제 등 제반 문제로 인해 비교적 짧은 구간에 국한하고 있다. 이로 인해 발생하는

문제 가운데에는, 실제 계곡휴식년제 구간에는 많은 탐방객들이 들어가 수질오염 행위를 하지 않을지 모르나 계곡휴식년제 구간에 들어가지 못한 많은 이용객들이 계곡휴식년제 구간이 아닌 상류로 유입되어 물놀이, 세발행위, 목욕, 음주 및 오물 투기 등 계류수질 오염행위를 함으로써, 결국 수계가 연결된 계곡휴식년제 구간에도 영향을 미치게 되는 등 문제점을 안고 있다. 즉, 박재현(미발표 자료)은 1999년 6월 계곡휴식년제 구간이 아닌 북한산국립공원 도선사매표소 상류(해발 370m)에서 사람의 분노 등에 의해 발생하는 PO_4^{3-} 가 미량(0.05mg/l) 검출되는 등 계곡휴식년제 지정 구간이 아닌 상류에서의 탐방객 오염행태가 발견된다고 하였다. 따라서 계곡휴식년제 구간의 설정시, 계곡휴식년제 구간은 이용객들이 많이 유입되는 하류구간에만 국한하지 말고 계류 전체를 지정할 필요가 있으며, 이를 정할 때에는 반드시 사전

에 계류수질조사를 행함으로써 향후 계류수질 개선 실행 계획 수립 시의 계류수질 모니터링 결과와 비교분석 평가가 이루어져야 한다. 아울러 계류수질 개선 구간 설정시에는 수계망과 평시 유량 및 최대홍수유량 등을 면밀히 파악하고 계류 주변 지역에서 발생될 수 있는 점·비점오염원의 유무, 이들 오염원과의 거리, 점오염원에 대한 수질정화시설의 유무, 비점오염원의 오염방지(국립환경연구원, 1994) 대책 등을 종합적으로 고려한 구간의 설정이 이루어져야 할 것이다.

2. 계류수질개선 시행에 따른 계류수질 모니터링 인자 가운데 수질변화 조사 인자를 수온, 수소이온농도(pH), 전기전도도(Electrical Conductivity), 용존산소량(Dissolved Oxygen), 생물화학적산소요구량(BOD), 총질소(TN), 총인(TP), 아질산염(NO_2^-), 질산염(NO_3^-), 인산염(PO_4^{3-}), 무기인(DIP) 등 11항목으로 제한하여 조사한 결과 시설물이 있거나 사람이 많이 붐비는 지역에서는 질소화합물, 인산염, 전기전도도가 높았고, 상류지역은 양호하여 대체적으로 1급수를 나타냈다는 결과만을 얻을 수 있을 뿐(국립공원관리공단북한산동부관리사무소, 1998, 국립공원관리공단, 1998) 수질오염현상을 총체적으로 분석·평가하기에는 부족한 것으로 판단된다. 즉, 일반적으로 산림내 계류수에서 검출될 수 있는 항목인 용존양이온(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) 및 용존음이온(Cl^- , SO_4^{2-}), 부유물질(Suspended Solids) 등 계류수질평가인자를 수질 모니터링 인자에 포함시켜야 할 것이다(박재현, 1995; 1996; 1997). 특히 Cl^- 이온은 사람이나 야생동물의 분뇨 중에 다량 함유되어 있으며 오염의 한 지표로서 돌발적으로 증가할 경우 오염이 발생하고 있음을 나타내는 인자로 북한산 계류수에서 다량 검출되고 있으며(박재현, 1999), SO_4^{2-} 이온은 대기오염물질로부터 유래되어 계류수질오염원으로 작용하는 인자이므로 계류수질개선 시행에 따른 계류수질 모니터링 인자에 포함시킬 필요가 있다. 또한, 오물, 오수의 유입에 따라 발생할 소지가 있는 세균성이질 등과 같은 병원성 미생물 등(오영민·신석봉, 1991; 정팔진 등, 1997)도 수질오염

모니터링 인자에 포함시킬 필요가 있을 것으로 생각된다. 그러나 중금속 등은 북한산국립공원 지역의 계류수에서 검출되지 않으므로(박재현, 1999) 이들 항목은 개발 등을 제외하고는 고려하지 않아도 될 것으로 생각된다.

아울러 어느 특정한 환경조건을 복잡한 화학 분석 방법을 거치지 않고 손쉽게 알아볼 수 있는 방법인 환경조건을 대표할 만한 지표생물을 이용한 모니터링도 검토되어야 할 것이다. 즉, 이들은 대체로 가시적인 크기의 것이 많아서 화학 분석을 통하지 않고서도 손쉽게 그 물질의 특성을 매우 효과적으로 파악할 수 있기 때문에 환경조사에 있어서 중요한 비중을 차지하고 있다. 이 가운데 계류수에 서식하고 있는 담수어류를 통하여 계류수질을 파악할 수 있는데, 이들 담수어류가 지표생물로서 가치가 있는 점은 그 크기가 대형이어서 가시적으로 눈에 띄기 쉽고, 인간생활과의 관련성에 있어서 수생생물들 가운데에서는 비교적 잘 알려져 있고 수계생태계를 대표할 수 있기 때문이다. 또한, 관찰을 통하여 사람들의 취미를 유발하기 쉽고 동태가 사람들의 눈에 띄기 쉬워서 이들의 증감이나 부상, 폐사 등의 수질오염에 의한 결과를 쉽게 모니터링할 수 있으며, 채집이 비교적 용이한 점으로 하여 지표생물로 다루기에 매우 뛰어난 특징을 가지고 있다.

이들 담수어류는 단순히 수질과의 관계뿐만 아니라 물 속과 물 바깥과의 대응관계(지표성)를 뚜렷하게 얻을 수 있고 정기적인 조사를 통하여 환경변화를 어느 정도 추정할 수 있다는 점에서 그 효용성이 뚜렷하다(전상린, 1989; 홍욱희, 1995). 더욱이 시민들로 하여금 이들 지표생물의 일부를 관찰하게 함으로서 물 환경에로의 관심을 유도하여 환경보전이나 자연보호 그리고 산림내 계류수질보존 차원에서의 계몽과 교육적, 사회적 참여를 확대할 수 있을 것이다. 아울러 지표생물종 등을 이용하기 위하여는 국립공원 등 산림내 계류수에 서식하는 생물종과 수질등급에 대한 보다 자세한 관계 규명과 이를 근거로 한 지역적이며 지리적인 계류형태, 수온, 표고, 유속 등 입지환경의 구

분에 따른 지표생물종의 선정이 연구·검토되어야 할 필요가 있다.

또한, 계류수질모니터링 항목에는 각종 인위적 활동에 의하여 발생될 수 있는 오염물질에 대한 검토도 함께 이루어져야 할 것이며, 계류수에 용존될 수 있는 각종 성분들에 대하여 지속적인 수질측정 모니터링을 통한 자료의 축적, 이들 성분들이 생태계에 미칠 수 있는 환경영향 그리고 이들 성분들이 계류수질평가기준 항목으로 설정될 수 있는가 등의 학문적 뒷받침이 마련되어야 할 것이다. 뿐만 아니라 계류 자체의 환경현황을 파악하고 계류에서 발생할 수 있는 자정능의 전세상 그리고 계류수가 흐르면서 변화하는 영양염류 등의 동태를 파악하는 등 비점오염원에 의한 오염현상을 고려한 환경용량의 평가 등 국립공원 전체 계류 혹은 계곡휴식년제 구간의 계류수질에 대한 중·장기적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

3. 계곡휴식년제 실시 기간이 완료된 후 계곡휴식년제 실시 구간이 해제되었을 경우, 탐방객이나 이용객 등에 의한 수질오염 행위로 인해 계곡휴식년제 실시 구간의 계류수가 급속도로 오염될 우려가 있기 때문에 계곡휴식년제 실시 전에 계곡휴식년제 실시 구간에 대하여 사후 대책을 마련하여야 할 것으로 생각된다. 예를 들어 계곡휴식년제 실시 구간 뿐 아니라 국립공원내 계류수질오염 행위에 대한 보다 강력한 처벌 등에 대한 규칙을 자연공원법 등 법조항에 명시하여 계곡휴식년제 실시 후에도 계류수질이 재오염되지 않도록 하는 방안이나, 계곡휴식년제 실시 구간에 대해 영구적으로 계곡휴식년제를 실시하는 등 다양한 방안을 마련하여야 할 것으로 생각된다.

4. 계류수질오염 행위는 국립공원을 이용하는 탐방객, 혹은 이용자 등에 의해 발생하는 것이 대부분이므로 이들의 의식을 전환시키는 노력이 필요하다. 즉, 우리 나라 사람들의 전통적인 인식에 박혀 있는 쓰레기를 아무 곳이나 버려도 된다는 식의 인식, 계곡에 들어가 세제를 풀어 쓰면서 목욕 등을 해도 된다는 식의 인식을 당연시하게 생각하는 이용자들의 인식을

전환시키도록 국립공원 이용자들에게 지면을 통한 꾸준한 계몽 및 선도, 대중매체를 이용한 홍보가 필요할 것이다. 즉, 국립공원 지역에 설치한 팻말 및 플래카드, 탐방객에 안내문을 나누어주는 등 계곡의 수질보존을 위한 국립공원관리공단의 계도, 계몽(국립공원관리공단북한산관리소, 1997)을 현재보다 강화해야 할 것으로 생각된다.

5. 계곡휴식년제 실시에 따른 계류수질 변화에 대한 정기적인 계류수질 분석 결과를 국립공원 이용자들에게 공표·홍보함으로써 이들로 하여금 계곡휴식년제의 필요성을 인식시키고, 이용자들이 계류수질 오염행위를 했을 경우 계류수질 오염이 발생된다는 사실도 홍보함으로써 차후 계곡휴식년제를 해제했을 경우 이들이 다시는 계류수질 오염 행위를 하지 않도록 계도할 필요가 있다. 즉, 오염원을 근원적으로 예방하기 위하여 계곡별 오염원 실태를 조사하여 수계별 수질오염도를 작성하고, 유관기관 합동 오염저감 종합대책을 수립하여 범국민적 차원에서 추진하고 있는 국토 대청결 운동, 셋강 살리기 운동 등과 병행, 생태계 보존 및 환경정화운동의 이미지를 확산·유도해야 할 것으로 생각된다.

6. 북한산국립공원에 존재하는 상업·숙박시설, 공공시설, 기존 가옥, 야영장 등, 사찰, 암자, 단독시설, 가옥, 공공시설 등에서 오수를 무단 방류하고 있는 곳이 282개소(국립공원관리공단북한산관리소, 1997)나 되는 등(표 3), 계류수질오염에 영향을 미치므로 국립공원내 사유지라고 하더라도 사찰, 대피소, 휴게소, 상업시설 등에서 무분별하게 오폐수를 투기하는 행위를 근절시키도록 계도·감시하고, 점진적으로 이들 소유자들에게 합병정화조 등 수질정화시설 설치를 의무화하도록 하는 등 오폐수를 계류수에 흘려 보내지 않도록 국립공원관리공단 측의 지속적인 노력이 필요하다.

7. 계곡휴식년제 실시 구간 가운데에서나 국립공원내 상시 유량이 풍부하고 경관이 수려한 지역에 대하여 국립공원 탐방객이나 이용자로 하여금 계류수질이 얼마나 좋은가를 평가할

표 3. 북한산국립공원 오·폐수 발생 실태

시설별 구분	시설수 (개소)	오수처리				분뇨처리				수거식	
		정화조 처리하수 관유입	무처리 하수관 유입	정화조 처리계곡 방류	무처리계 곡방류	정화조 처리하수 관유입	정화조 처리계곡 방류	토양 정화식	자연 발효식		
계	613	6	180	32	282	15	20	4	39	519	
소 계	295	4	121	14	63	11	2	3	0	193	
집단 시설 지구	상업· 숙박시설	202	4	84	10	26	3			117	
	공공시설	21		3	1	2	8	2	3	15	
	기존가옥	62		27	3	32				52	
	야영장등	7		7						6	
	사찰	3				3				3	
	사찰(암자)	84		8	7	69	2	1	1	1	79
	단독시설	101	2	17	8	74	1	2	8	8	94
취락(가옥)	108		32	2	74		15			99	
기타(공공시설)	25		2	1	2	1		30	30	54	

수 있도록 계류수를 조망할 수 있는 위치 좋은 곳에 목조관망대를 설치하여 맑고 깨끗한 계류수를 조망할 수 있도록 하고, 또 간이 수질검사 세트를 마련하여 직접 이용자들로 하여금 수질 검사를 할 수 있도록 하게 함으로써 실질적으로 계류수질의 보존 필요성에 대하여 인식하도록 할 필요가 있다고 생각된다.

8. 국립공원내 계류에서 탐방객이나 이용객들이 취할 수 있는 행위 등을 마련하여 홍보함으로써 계류수질 오염 행위를 간접적으로 근절할 수 있는 계기를 마련할 필요가 있을 것으로 생각된다. 예를 들어 계류에서는 세제 등을 사용하지 않고 손과 발을 씻는다던가, 탁족(濯足)을 즐길 수 있도록 한다던가 하는 등의 최소한의 계류수 이용만을 허용하고 계류 근처에서 도시락을 먹게 되더라도 계류에 음식물 찌꺼기를 버린다거나, 술을 먹고 버리지 못하도록 하는 등 주변에서 지켜야 할 구체적인 사항 등에 대하여 국립공원 탐방객이나 이용자들에게 정기적인 홍보와 계도가 필요할 것으로 생각된다.

9. 대부분 산림내 등산로는 계곡을 따라 개설되어 있거나 계곡 근처에 위치해 있어 탐방객이나 이용자들로 하여금 자연스럽게 계곡으로 유도하는 결과를 낳고 있으므로(Brown, 1991, Brown and Binkley, 1994) 계곡휴식년제를 실시하는 중·상류지역의 계류에 근접한 등산로는 자연휴식년제를 병행하여 시행함으로써 계곡으로의 이용객 접근을 근원적으로 차단하는 대책을 마련하는 것도 필요할 것이다. 특히 장기적으로는 계류 인근 일정한 정도까지의 거리에 있는 등산로는 폐쇄하는 등 계류수질보존을 위한 근원적인 대책을 위한 관리지침을 마련하는 등 계류수질보존을 위한 적극적인 관리대책을 강구해야 할 것이다. 이와 같이 계류수질보존을 위한 계류 인근 등산로의 폐쇄 부분은 주변식생과 조화되는 자연적·인위적인 식생 도입을 통한 녹화를 유도하고, 장기적으로는 계류 근처에 있던 등산로는 자연지역으로 복원함과 동시에 등산로는 기존에 개설되어 있는 능선부나 산복부에 위치한 등산로를 이용하도록 유도함

으로써 탐방객이나 이용자들은 계류의 흐르는 물소리를 들으며 산행할 수 있도록 하고, 계류수질은 자연적으로 보존할 수 있도록 유도해야 할 필요가 있을 것으로 생각된다.

10. 국립공원관리공단 측에서는 관리 지역의 국립공원에 대한 등산로 및 명승지, 계곡, 계곡 및 자연휴식년제를 실시하는 구간 등에 대한 지도를 제작 매표소에서 탐방객들에게 입장료를 징수함과 동시에 배포함으로써 탐방객이나 이용자들로 하여금 자연스럽게 자연휴식년제, 계곡휴식년제를 실시하는 구간에 대하여는 진입하지 않도록 정보를 주어야 할 것이며, 또한, 계곡휴식년제나 자연휴식년제 실시 계획은 최소한 10년 정도의 장기적인 계획을 마련하여 국립공원을 이용하는 탐방객이나 이용자들에게 국립공원 이용계획을 마련할 수 있도록 직접적인 도움을 주어야 할 것이다. 또한, 장기적으로는 국립공원내 탐방을 원하는 탐방객이나 이용객들에게는 국립공원 탐방을 위한 사전예약제를 실시함과 동시에 예약을 한 탐방객들에게는 앞서 언급한 계류수질보존을 위한 각종 자료를 배포함으로써 궁극적으로 계류수질보존을 위하여 최선의 노력을 경주해야 할 것이다.

이와 같이 국립공원내 계류수를 하천수질환경기준 상수원수 1급수로 철저히 유지·관리해 나가기 위해서는 국립공원 내에 위치한 시설물이나 공원내 곳곳에 산재해 있는 사찰, 휴게소, 대피소 및 탐방객의 교란행위를 지속적으로 계도·감시하고, 계류수의 성분변화를 정기적으로 모니터링 하여 변화 요소를 철저히 분석하고, 오염원인을 제거하여 항상 건강한 수생태계가 유지될 수 있도록 하여야 할 것이다. 아울러 봄, 가을 산채채취나 열매채취를 위한 탐방객의 계곡휴식년제, 자연휴식년제 구간으로의 진입을 철저히 통제함으로써 자연생태계 자원을 보전해야 할 것이다. 뿐만 아니라 장기적으로는 계곡휴식년제 구간을 점진적으로 확대하는 등 탐방압에 의한 영향지역을 점차적으로 축소시키는 노력이 필요하다.

V. 결론 및 제언

북한산국립공원에서 시행하고 있는 계곡휴식년제 및 수질모니터링에 따른 문제점의 분석·평가, 제안 및 고찰 사항은 다음과 같다.

1. 현재 계곡휴식년제 구간은 이용객들이 많이 유입되는 하류구간에만 선정되어 있어 상류 등에서의 계류수질오염 행위가 발생되기 쉬우므로 계곡휴식년제 구간은 계류 전체를 지정할 필요가 있다.

2. 계곡휴식년제 시행에 따른 계류수질모니터링 인자 가운데 수질변화 조사 인자를 수온, 수소이온농도, 전기전도도, 용존산소량, 생물화학적산소요구량, 총질소, 총인, 아질산염, 질산염, 인산염, 무기인 등 11항목으로 제한하여 조사하는 것은 수질오염현상을 총체적으로 분석·평가하기에는 부족할 것으로 생각된다. 즉, 일반적으로 산림내 계류수에서 검출될 수 있는 항목인 용존양이온(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) 및 용존음이온(Cl^- , SO_4^{2-}), 부유물질(Suspended Solids) 등 계류수질평가인자를 수질모니터링 인자에 포함시켜야 할 것이다.

3. 계곡휴식년제 실시 기간이라도 탐방객이나 이용객 등에 의한 수질오염 행위로 인해 계곡휴식년제 실시 구간의 계류수가 오염될 우려가 있기 때문에 계곡휴식년제 실시 전에 계곡휴식년제 실시 구간의 수질보존을 위한 중·장기적인 대책을 마련하여야 할 것이다.

4. 계류수질오염 행위는 국립공원을 이용하는 탐방객, 이용자 등에 의해 발생하는 것이 대부분이므로 이들의 의식을 전환시키는 꾸준한 계몽 및 선도, 대중매체를 이용한 홍보가 필요하다.

5. 계곡휴식년제 실시에 따른 계류수질 변화에 대한 정기적인 계류수질분석 결과를 국립공원 이용자들에게 공표·홍보함으로써 이들로 하여금 계곡휴식년제의 필요성을 인식시켜야 할 것이다.

6. 국립공원내 사유지라고 하더라도 사찰, 대피소, 휴게소, 상업시설 등에서 무분별하게 오폐수를 투기하는 행위를 근절시키도록 계도·

감시하고, 수질정화시설 설치를 의무화하도록 하는 등 오폐수를 계류수에 흘려 보내지 않도록 법적 장치를 마련해야 할 것이다.

7. 국립공원 이용자들이 계류에서 취할 수 있는 행동지침을 마련하여 홍보함으로써 계류수질 오염 행위를 간접적으로 근절할 수 있는 계기를 마련할 필요가 있다.

8. 계곡휴식년제를 실시하는 중·상류지역의 계류에 근접한 등산로는 자연휴식년제를 병행하여 시행함으로써 계곡으로의 이용자 접근을 근원적으로 차단하는 대책을 마련해야 할 것이다. 또한, 계곡휴식년제 및 자연휴식년제를 실시하는 구간 등에 대한 안내지도를 제작 매표소에서 탐방객들에게 배포함으로써 국립공원 이용자들이 하역금 자연스럽게 계곡휴식년제, 자연휴식년제를 실시하는 구간에 대하여는 진입하지 않도록 정보를 주어야 할 것이다.

VI. 인 용 문 헌

- 국립공원관리공단북한산관리소. 1997. 북한산국립공원 자연생태계 보전계획. 국립공원관리공단북한산관리소. 128pp.
- 국립공원관리공단북한산동부관리사무소. 1998. 북한산국립공원 생태조사 모니터링 보고서. 국립공원관리공단북한산동부관리사무소. 86pp.
- 국립공원관리공단. 1998. 북한산국립공원 산림 생태계에 대한 도시오염 영향조사 및 대책 수립. 국립공원관리공단. 114pp.
- 국립환경연구원. 1994. 비점오염원 유출부하량 조사지침. 125pp.
- 김기원. 1996. 산림개발이 산림에 미치는 부하에 관한 연구. 산림과학 8 : 79-99.
- 박재현. 1995. 산림유역에 있어서 계류수질 평가기준 정립에 관한 고찰(I). 자연보존 92 : 23-38.
- 박재현. 1996. 산림유역에 있어서 계류수질 평가기준 정립에 관한 고찰(II). 자연보존 95 : 38-52.
- 박재현. 1997. 산림유역에 있어서 계류수질 평가기준 정립에 관한 고찰(III). 자연보존 97 : 33-42.
- 박재현. 1999. 북한산국립공원 북동사면 일대 계류수질 특성. 한국임학회지 88(1) : 101-110.
- 박재현. 1999. 북한산국립공원 북동사면 일대 계류수질 특성(II)(미발표 자료).
- 오영민 · 신석봉. 1991. 수질관리. 신광문화사. 311pp.
- 정팔진 · 광동희 · 권영호. 1997. 먹는 물의 세균학적 안전성 평가. 대한환경공학회지 19(4) : 521-528.
- 전상린. 1989. 수질조사지표생물로서 담수어류의 타당성에 대하여. 자연보호 12(3) : 12-13.
- 최영박. 1994. 자연의 물 인간의 물. 집문당. 342pp.
- 홍사오. 1985. 계류수의 오염과 대책. 자연보존 50 : 8-11.
- 홍옥희. 1995. 하천 시스템 복원의 생태학적 관점. 한국 담수생태계의 특성과 어류상. '95 한국생태학회, 한국어류학회 공동 심포지움 : 85-97.
- Brown, G. W. 1991. Forestry and water quality. Oregon State University. 142p.
- Brown, T. C. and D. Binkley. 1994. Effect of management on water quality in north american forests. United States Department of Agriculture Forest Service. General Technical Report RM-248 : 1-27.

接受 1999年 6月 4日