

비점오염원 관리를 위한 수변구역의 복원과 모니터링 방안



한 건 연 |
경북대학교 토목공학과 교수
kshanj@knu.ac.kr



김 동 일 |
경북대학교 토목공학과 박사과정
kdi5422@naver.com

1. 서 언

1990년대 정부는 비점오염원 부하의 심각성을 인식하여 1995년부터 한강, 낙동강, 금강 그리고 영산강 이른바 4대강 유역에 대한 비점오염원의 조사연구 사업을 실시하였다. 그러나 비점오염원의 경우 처리 시설만으로는 처리하는데 한계가 있다는 특성 때문에 도시지역과 비도시지역에 대한 비점오염원을 관리하기 위한 대책 마련과 제도적 관리방안의 수립이 시급한 실정이었다.

1998년에는 팔당 등 한강상수원 수질개선대책을 수립하였고 이를 지원키 위한 “한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률”에서 수변구역제도를 도입하였다. 또한 2002년에 다른 4대강의 주요 하천 연안 500~1,000m를 “수변구역(水邊區域)”으로 지정하여 오염물질의 유입을 저감을 통해 각 하천의 수질개선을 도모하고자 하였다.

2. 수변구역의 복원

좋은 환경의 수변구역은 빗물에 포함된 유사, 질소, 인과 같은 오염물질을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 수변구역은 호우로 인한 흐름을 감소시키는 역할뿐 아니라 하천 세굴, 제방 침식, 수온의 변동, 화학적 특성과 같은 영향으로부터 하류부 지역을 보호하는 역할을 한다. 오염되고 훼손된 수변구역은 귀중한 기능들을 상실하게 되기 때문에 정부는 오염된 수변구역의 기능을 복원시키기 위해서 관리대책을 실행할 필요가 있다.

복원은 중앙정부와 지방자치단체의 목표 달성을 위한 통합적 유역기반 접근의 일환이다. 복원 관리대책은 인접한 토지의 이용 관리대책과 연계되어 실시되어야 하며 경우에 따라서는 수자원관리와의 협력도 이루어져야 한다. 수변구역의 복원은 비점오염원문제의 해결에 주안점을 둔 수질문제의 전체론적인 접근으로서 수자원의 화학적, 물리적, 생태학적 통합을 위한 상수원 보호법의 목표 달성에 크게 이바지할 것이다.

수변구역 복원의 기본적인 목표는 최대한 생태계를 오염되지 않은 상태로 되돌리는 것이다. 이러한 목표의 수립 및 달성을 위해서는 국지적 스케일 및 넓은 지형 또는 유역의 스케일을 바탕으로 생태계의 구조 및 기능에 대해 고려하여야 한다. 환경친화적인 비점오염원제거 목표를 달성하기 위하여 적절한 계획을 수립하여야 하고, 더욱이 적절한 시기 및 효율적 비용 그리고 복원 목표에 부합되는 계획, 실행 및 감시를 확고히 하여야 한다. 모니터링은 복원 목표의 달성과정을 관리하고 계획에 적합하도록 복원이 이루어지는지 확인하는 것을 의미한다.

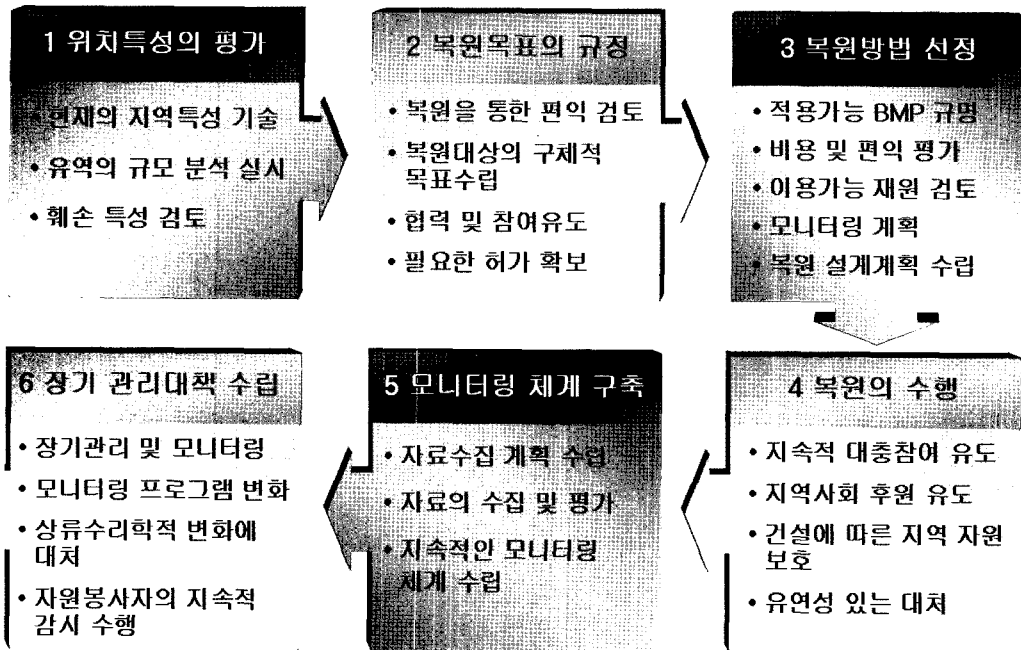


그림 1. 수변녹지 복원을 위한 단계

복원 사업은 수변구역 유형, 훼손 원인, 국부적인 유역 조건에 따라 사업의 규모, 복잡성 및 비용이 변한다. 대상지역의 복원 및 환경보존 분야의 전문가 집단은 계획 단계에 반드시 참가해야 한다. 전반적인 복원사업에 확실한 원칙이 적용되어야 하며 복원사업의 계획 및 실행은 각각의 사업특성에 맞추어져야 한다.

2.1 1단계 - 기본적인 위치특성의 평가 실시

위치특성 평가 및 정보 수집은 복원을 시행하는데 있어 중요한 초기단계이다. 주변유역의 조건 및 복원 대상 지역의 물리적, 화학적 특성 정보에 대한 수집 및 분석이 이루어져야 한다. 이 단계에서는 과거 자료들이 복원 사업 목표 달성에 매우 유용하며 귀중한 정보들을 제공할 수 있기 때문에 현재 뿐 아니라 과거의 유역 조건 특성에 대한 분석도 실시되어야 한다. 이러한 사항은 비점오염원 부하, 주변 토지 이용, 수문학적 변화 등과 같은 복원사업 성과에 유용한 자료의 수집단계에서 중요하다. 토지 소유권 및 규제조

건 등에 대한 검토도 수행되어야 한다.

위치 특성 및 유역-규모 정보를 포함한 지역 위치 평가기간에 수집된 정보는 복원사업의 과정 및 성공 여부 평가 및 복원사업 계획 수립의 토대를 이룬다.

① 현재의 지역특성 기술

대상지역에 관한 기본적인 평가를 실시하고 정보를 수집하는 것은 복원사업 계획에서 매우 중요한 초기 단계이다. 평가내용에는 토양, 유역 특성(크기, 경사, 수자원 이용도, 수질), 현재의 식생피복유형, 인접 토지 이용도, 계획된 토지 이용도, 소유권 경계, 어류 및 야생동물 서식지 등이 포함되어야 한다.

② 유역-규모 분석 실시

수변구역이 유역 기능에 영향을 미치는 핵심적인 곳에 위치하게 되는 원인에 대한 분석을 통하여 습지 또는 수변구역으로 배수시키는 토양의 종류 및 유역에 대한 생태계의 적응 방법을 이해할 수 있다.

아울러 전반적인 유역의 조건을 검토하는 복원사

업의 성공에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다.

③ 훼손 특성의 검토

복원사업 검토 및 개선을 위해서 훼손된 수변구역의 피해 원인 분석을 초기에 분석할 필요가 있다. 변화 및 훼손 원인에 대한 철저한 분석은 사업 관리에 대한 기회 및 제약조건을 파악하는데 기본이 되며, 현실적으로 달성 가능한 복원사업 목표수립에 중요한 사항이다.

2.2 2단계 - 복원목표의 명확한 규정

복원 방법의 규정 및 선정이전에 구체적인 복원 목표를 수립하여야 한다.

① 복원을 통한 편익검토

복원을 통해 얻을 수 있는 생태학적 편익과 더불어 오염의 삭감기능, 수변구역의 기능을 이전 상태와 같이 복원하여 얻어진 결과로써 창출되는 환경학적 이익을 검토하여야 한다. 비점오염원의 감소와 같은 편익은 복원 목표 달성의 기초가 된다. 복원목표는 사업특성 및 제약조건에 부합되는 적절성 및 실현가능성을 가져야 한다. 대중의 참여는 복원 목표의 타당성 및 관심과 지지도를 높일 뿐 아니라 소요자원 마련에 큰 역할을 한다.

② 복원대상 습지에 적합한 수문, 토양, 생물에 대한 구체적인 목표 수립

사업의 진행과정을 미리 결정하기 위해서 목표를 달성 가능한 적절한 수준으로 수립하여야 한다.

③ 협력 및 참여유도와 목표의 세분화

유역에 관해 관심만 있다면 누구나 사업에 포함시킬 수 있다. 민간 연계체제 강화, 신뢰도 증진, 중복 노력의 감소, 제한된 자금을 이용한 최적의 사용을 달성하기 위해서 주요 관심 단체를 포함시키는 것은 매우 중요하다. 초기에 이루어지는 복원 목표, 목적,

범위에 대한 검토를 통해 참가자로서 영향을 받는 편익을 결정한다. 적극적인 참가자는 당면 문제 해결 및 발전에 기여할 수 있는 집단 뿐 아니라 복원 노력을 방해할 수 있는 집단에 대한 참여도를 검토하여야 한다.

④ 필요한 허가 확보 계획

습지 및 그 외 유역의 내부 및 경계부에서 시행되는 복원은 중앙정부와 지방자치단체의 관련법규 및 요구조건을 바탕으로 이루어진다. 허가신청은 복원사업의 초기 단계에서 이루어지며 복원사업의 목표 및 대상지역을 바탕으로 지역적 규제의 범위 내에서 실시된다. 적용되는 정부 규제는 국가 환경관련 법률을 포함한다. 어떠한 복원사업에서도 물 관련법 및 허가 요구조건은 중요한 고려사항이다.

2.3 3단계 - 복원방법의 규명 및 선정

현장의 상태가 수변구역의 화학적, 물리적, 생물학적 복원에 중요한 요소이지만, 관리방법을 선정하는데 있어서는 지역 외부에서 발생하는 문제요인들을 고려하는 것이 중요하다. 관리대책 사항은 현장 및 인근유역에서 적용되는 방안들을 포함하여야 하며, 복원된 습지 및 수변구역은 지형적으로 평형상태에 도달할 수 있도록 하여야 한다.

① 자연의 기능을 발휘할 수 있는 방안 검토

전행적인 구조공학적 대책을 뛰어넘는 자연친화적 및 생물공학적 방안을 검토하여야 한다.

② 복원목표를 달성하기 위해서 적용가능한 BMP의 규명(적극적 및 소극적인 방안)

적합한 설계 및 배치에 의한 최적관리기법은 (BMP)은 복원지역의 활동 및 조건과 관련되어 복원 노력의 잠재적 영향을 감소시키기 위해 적용되어야 한다. 최적관리기법(BMP)의 기술적인 수행 및 효율성에 대한 정보를 얻기 위해서, 습지와 수변구역 관

리대책 및 식물생장 관리시스템 등을 참고하는 것이 큰 도움이 된다.

③ 비용 및 편익에 대한 평가

복원방안의 선정 및 평가는 시행, 운영, 유지에 소요되는 비용을 반드시 고려하여야 한다. 선정된 방안은 비용효율이 높아야 하며 환경적인 편익을 창출해야 한다.

④ 이용 가능한 재정적·기술적 지원에 대한 검토

복원사업이 원활하게 실행될 수 있도록 프로그램을 점검할 필요가 있다. 또한 비규제적 및 규제 대책, 기술적 지원, 재정적 지원, 교육, 훈련, 기술 이전, 입증된 사업계획에 대한 고려도 이루어져야 한다. 최근에 비영리 단체가 기술적·재정적 지원의 공급처로 부상되고 있다.

⑤ 최선의 복원방안 조합 선정

복원 방안들을 종합적으로 검토한 후, 복원사업의 목표 및 환경에 미치는 긍정적인 영향을 고려하여 재정적 범위 내에서 최선책을 선정한다. 만약 하나 이상의 복원 방안이 실현 가능하다면 최종선택을 하기 전에 각각의 대안들에 대해 신중히 고려하여야 한다. 특히, 적극적인 복원방안을 선택할 때에는 편익 및 비용에 대한 철저한 검토가 이루어져야 한다. 대부분의 경우에 소극적 또는 생물공학적인 대책이 적극적 또는 구조적인 대책에 비해 더 선호될 뿐 아니라 경제적이다.

⑥ 복원 방안의 우선순위 결정

자금 및 인적자원의 제한은 때로는 복원사업의 주 관심사가 된다. 시간에 민감한 사업 및 편익이 큰 사업을 우선적으로 시행하기 위해 우선순위를 지정하는 것은 중요한 절차이다.

⑦ 모니터링 계획

모든 복원 사업에서 모니터링은 목표 달성에 대한

평가를 하기 위해 필요하다. 모니터링은 복원사업의 과정을 빠짐없이 검토하도록 계획되어야 하며, 초기 단계에서 달성한 계획이 후반부에서도 지속될 수 있도록 잠재적으로 발생 가능한 문제점들을 점검하여야 한다. 모니터링 계획은 복원사업이 시행되기 전에 시작되어야 하며 계획, 실행, 평가의 세 단계로 구성되어야 한다.

⑧ 일정계획 작성

복원사업의 성공을 위해 일정을 계획해야 한다. 계절적 변화 및 상류부의 최적관리기법(BMP)실시 계획은 복원사업 계획수립 시에 고려되어야 한다.

⑨ 복원 사업 설계계획의 완성

이전 단계에서 수집 및 평가된 정보를 바탕으로 복원사업 설계계획을 추진하여야 한다. 설계계획은 복원사업의 시행에 대한 청사진으로 사용되어 질 것이며, 필요한 경우 변경 및 수정될 수 있도록 충분한 유연성을 가져야 한다.

⑩ 필수적인 허가 확보

⑪ 자원봉사자 활용에 대한 검토

2.4 4단계 - 복원의 수행

복원을 시행하기 전에 사업 설계자, 계약자 및 일반인들이 논의를 통하여 일정, 사업시행의 순서, 책임 등에 대한 합의를 도출하여야 한다. 기상악화 또는 예기치 못한 시공 장애로 인한 계획의 지연가능성은 사업일정을 계획하고 수립할 때 고려되어야 한다.

① 지속적인 대중참여 유도

일반인들의 참여는 복원 초기단계에서 시작되어야 하며 복원사업 기간 동안 지속되어야 한다. 효율적이며 총괄적인 의사소통 방안은 모든 잠재적 참여자들

의 복원 진행과정에 대한 확실한 인식을 보장한다. 복원이 진행되면서 목표 및 목적이 변할 수 있기 때문에 그러한 변화는 일반인들에게 명확히 전달되어야 한다.

② 홍보 및 자원봉사자에 의한 지역사회 후원 유도

③ 건설에 따른 지역자원의 보호

복원을 실시하는 동안 대상 지역을 철저히 조사하여야 한다. 현장 감독자는 계획대로 잘 진행되고 있는지, 최적관리기법(BMP)이 제대로 이루어지는지를 점검하여야 하며, 자원봉사자들을 관리하여야 한다.

④ 유연성있는 대처

복원사업은 본래의 계획이 부적합하거나 현장의 상황이 변했을 경우에 관리대책이 수정되거나 유연하게 변화가 이루어질 수 있을 때 가장 성공적이라고 할 수 있다.

2.5 5단계 - 복원사업의 성공을 위한 모니터링 체계 구축

복원사업이 성공적으로 이루어지기 위해서는 모니터링계획을 확고히 하여야 한다. 모든 복원사업은 복원 노력의 효율성을 평가하기 위해서, 사업실행 후에도 지속적인 감시를 시행하여야 하며 평가방법은 복원사업의 특정 목적 및 목표기준을 바탕으로 한다. 복원사업 결과에 대한 감시를 통하여 복원 방법이 최대의 효율성을 발휘하도록 적용되어야 하며 성공과 실패로부터 얻은 교훈은 앞으로의 사업에 적용할 수 있어야 한다.

① 자료수집 계획 수립

전행적인 모니터링 활동은 다음을 포함한다. :

- 수질 샘플링(사업대상의 상류 및 하류 모두 포함)
- 수심 측정
- 유량 및 흐름특성 측정

- 기질 특성
- 침전물
- 식생특성
- 서식지 평가
- 사진기록

② 자료 수집 및 평가

사업의 진행과정은 다양한 방법으로 평가될 수 있으며 회의, 브로셔, 인터넷 사이트, 연보, 뉴스 등과 같은 방법에 의해 의견 교환이 이루어질 수 있다. 진행과정에 대한 적합한 평가방법의 선정 및 이러한 지표에 관한 정보는 일반인과의 원활한 공유가 확립되어야 한다.

③ 지속적인 모니터링체계의 계획 수립

지속적인 모니터링은 잠재적인 문제점이 초기에 발견될 수 있도록 일정한 간격으로 시행되어야 하며 이는 수정된 대책이 성공적으로 실행될 수 있도록 하기 위함이다. 정기적인 모니터링은 연중 적절한 시기에 실시되어야 하며 복원사업이 제대로 궤도에 올라 있는지, 목표가 제대로 달성되고 있는지 결정하기 위해서 적절한 시간간격으로 반복되어야 한다. 모니터링의 부적합한 시기선정은 정보의 신뢰성을 떨어뜨린다. 초기 복원사업에 뒤이어 몇 해 동안에 정기적인 평가의 시행이 필요하다.

2.6 6단계 - 장기간의 관리대책 수립

복원사업은 장기간에 걸친 관리 및 모니터링이 이루어질 때 가장 성공적이다. 자연에 부합된 복원특성과 기법을 적용함으로써 적극적인 관리는 덜 필요할 수 있다. 이것이 불가능한 경우에는 장기간에 걸쳐 관리하기 위한 규정들이 필요하다. 지속적인 모니터링 프로그램은, 당면한 상황에서 복원의 효율적인 시행을 입증해야 하는 부담을 가지는 초기 모니터링 프로그램과는 차이가 있다. 모니터링 및 평가는 수년 동안 지속적으로 실시되어야 하며 연간에 걸친 수위

변화, 습지 식물의 정착, 식물 천이의 유형, 습지 토양의 특성 고려 등을 포함하여야 한다. 또한 상류 유역의 상황의 변화도 고려하여야 한다. 수문학적 변화 및 토지이용의 변화로 인한 상류의 수리학적 조건의 변화는 복원사업의 평가에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다. 상류 유역에서 발생하는 변화에 대한 인식과 그 변화가 복원사업 목표에 미치는 영향에 대한 평가를 통하여 복원사업의 지속적 성공을 보장하는 계획 및 관리의 변화에 적절히 대처할 수 있다.

자원봉사자들에 의한 감시는 복원의 장기간에 걸친 성공에 이르는 진척상황을 지켜보기 위해서 고려되어야 한다. 자원봉사자들은 습지 및 수변구역의 특성 및 기능을 배울 수 있는 기회를 얻으며 적합한 후원단체에 의해 훈련된 자원봉사자들의 활용을 통해 장기간의 모니터링에 소요되는 비용을 상당히 감소시킬 수 있다.

때로는 최소한의 유지관리 활동이 성공적인 복원사업을 위해서 필요하다. 전형적인 유지관리 활동으로서 완충구역의 유지관리, 토양 침식 및 침강작용의 예방, 식물의 조사, 외래종의 통제 등이 있다.

3. 수변구역에 대한 모니터링 방안

3.1 모니터링과 추적기법

토지 관리활동과 수질 상태에 관한 지식은 관리대책과 방안을 마련하는데 있어서 중요한 역할을 한다. 유역 계획단계에서는 수문학적 자원들을 이해하고, 환경 문제의 평가, 목표 설정, 우선권 부여 등이 포함되어야 하고 실행 및 수행 계획 수립 및 계획의 유효성 평가와 수정 등이 필요하다. 문제를 확인하고 규정지어 목표를 설정하고 우선권을 부여하며 계획 수립 및 평가하는데 있어서 좋은 수질자료는 필수적이다. 목표에 도달되었는지를 확인하기 위해 평가기준이 확립되어 있어야 한다. 점 오염원 제어를 포함하여 유지관리활동에 관한 양호한 기초자료 없이 수질

문제 원인과 개선을 정확하게 파악하는 것은 불가능하다.

또한 오염 시설의 비점오염원에 대한 수질 감시는 토지 이용 특성과 관련된 유입수의 물리적, 화학적, 생물학적으로 매우 중요한 역할을 한다. 수질 상태와 오염원에 대한 현재의 정보 없이 수질에 관한 토지개발의 각종활동을 평가할 수 없고 성공시킬 수도 없다.

일반적으로 모니터링 프로그램은 다음의 일반적인 목적을 통해 구분된다.

- 현재문제 및 발생 가능한 문제의 기술 및 우선 순위 선정
- 현상과 경향에 대한 기술
- 관리 및 규제 프로그램 계획
- 프로그램의 효율성 평가
- 비상사태에 대한 대응
- 최적관리방안(BMP)의 실행에 대한 기술
- 제안된 수질 모델의 검증
- 연구의 수행

문제파악의 중요성은 과소평가되어서는 안된다. 수질 악화에 관련된 지표들(조류성장, 유사퇴적 및 탁도 등)이 우선 기록되어야 하고, 그 후 수질악화에 영향을 끼치는 오염원이 규명되어야 한다. 이러한 수질 평가 자료와 토지이용 자료는 오염원을 구분하는데 도움을 준다.

모니터링의 목표는 스케일과 변수 선택, 방법, 표본크기를 포함하는 모니터링 계획 과정을 수립하는데 도움이 될 수 있도록 정확하게 명시되어야 한다. 모니터링 프로그램의 목적은 계획가가 어떤 자료가 필요한지, 결과를 어떻게 이용할지를 결정할 수 있도록 자세히 수립하여야 한다. 부정확하고 구체적이지 못한 목표를 선정함으로써 자료를 제대로 이용하지 못하여 수질 관리가 실패로 돌아가는 일이 없도록 해야 한다.

일단 감시 목표와 목적이 성립되고 난 후, 기존의 자료가 먼저 검토되어야 한다. 대상유역 내의 수질

연구에 적합한 문헌자료의 검토는 새로운 연구를 시작하기 전에 먼저 시행되어야 한다. 이러한 문헌자료의 검토를 통해 기존 자료가 감시 목표를 설정하는데 있어서 적절한 자료였는지, 어떤 자료가 부족한지를 알 수 있다.

경제적, 인적, 시간적 요소에 따라 감시 프로젝트의 성분이 결정된다. 어떤 관리방안을 시행할 지를 결정하기 전에 명확한 자료를 수집하기 위한 노력이 필요하다. 이러한 정보들로부터 모니터링 프로그램을 수행할 수 있는 충분한 인원과 예산이 결정되어진다.

모니터링 프로그램의 설계에서, 모니터링 단계의 구축은 모니터링의 목적과 목표가 설정되면, 모니터링 목표에 따른 다소의 유연성을 가지더라도 대부분 결정이 된다.

모니터링 프로그램의 목적에 따라서 수체 자체의 수질문제만 모니터링 할 수도 있고, 또는 과거의 문제를 분석하기 위해 주변지역을 포함한 모니터링이 필요할 수도 있다. 모니터링 프로그램의 구성에서 유역의 스케일은 반드시 유역의 크기를 포함하여야 한다. 유역의 크기는 배수 유형, 하천차수, 기후, 토지 소유주의 수, 토지이용상관의 균질성, 유역의 지질 및 지형형태 등에 영향을 끼친다. 각각의 요소는 하천의 특성에 영향을 끼치므로 중요하다.

3.2 질적 보증과 질적 제어

질적 보증(Quality Assurance, QA)과 질적 제어(Quality Control, QC)는 분석적인 측정이 모두 정확하다는 것을 확증하기 위하여 실험실에서 사용되는 과정으로 인식되었으나, 최근에는 실험실의 범위를 넘어 비점오염원 모니터링 계획의 각 과정의 모든 단계 및 활동에 필수적인 요소로 인식되고 있다.

3.2.1 질적 보증과 질적 제어의 정의

질적 보증은 질적 제어 시스템이 허용 가능한 한계 내에서 운영되며 자료의 질을 평가할 수 있다는 것을 입증하기 위해서 사용되는 관리방안과 활동을 통합하

는 시스템이다. 또한 질적 제어는 기술적인 과정과 요구되는 질을 확보한 실측치를 만들기 위해 개발되거나 실행되는 활동에 관한 시스템이다. 질적 제어에 관한 절차는 다음과 같은 사항이 포함된다.

- (1) 표본에 대한 적절한 수집, 처리 및 저장
- (2) 완전하지 못한 자료, 중복된 자료 및 이상치를 포함한 자료의 분석
- (3) 충실한 분석을 확실하게 하기 위한 표준적인 참고자료의 사용

또한 질적 관리에 관한 절차는 적절한 운영을 확실하게 하기 위한 장비의 정기적인 점검도 포함한다. 질적 보증에 관한 활동으로는 좀 더 자연에 부합한 운영될 수 있어야 하고, 직원 수, 직원훈련, 자료의 질적인 목표를 위한 개선, 자료의 타당성 및 실험실의 보고서 등을 산출하기 위한 역할 및 책무의 배정도 포함된다. 이러한 절차 및 활동은, 작업의 중요도 및 결과의 질적인 면에서 요구되는 확실도를 반영하도록 질적 관리 프로그램을 신중하게 계획하여 다양한 조직화를 피하고 이를 통하여 계획되고 실행되어야 한다.

◎ 질적 보증을 위한 공통수행과정

- 해당 프로젝트의 유형의 요소별 구성
- 프로젝트 수행직원에 대한 역할과 책임 부여
- 원하는 정도의 신뢰수준에 부합한 자료를 수집하기 위해 표본 수와 표본 수집 지점을 결정하기 위해 통계학 적용
- 자료수집에서부터 최종분석에 이르기까지의 표본보관 과정 추적
- 자료 수집을 위한 자료의 질적 목표 개발 및 사용
- 야외 및 실험실 운영과정 감시
- 모든 프로젝트 활동의 정확하고 완전한 기록 및 유지 관리
- 시료채취기법과 기구사용에 관한 일관적인 작업을 확인할 수 있도록 직원 훈련

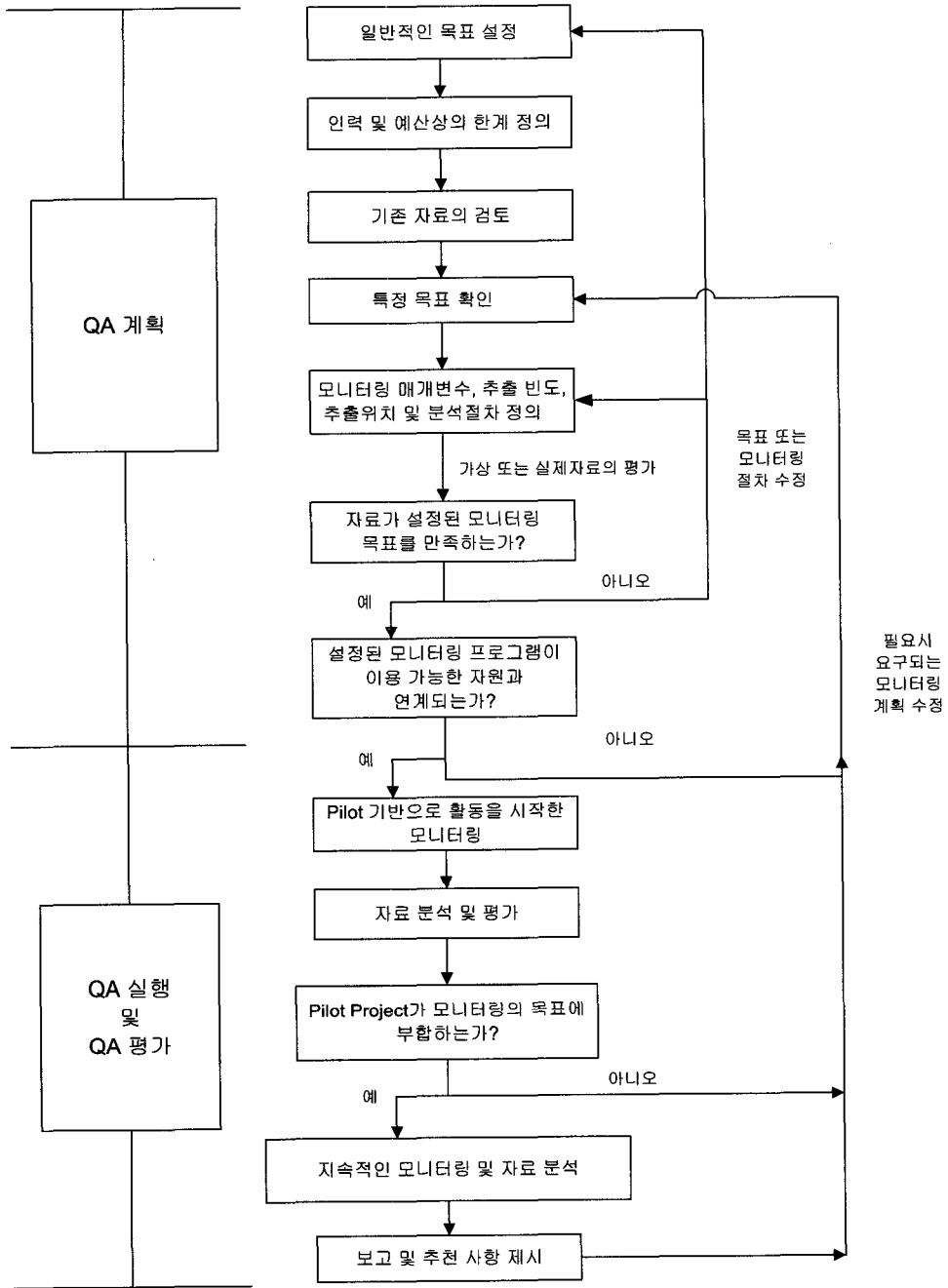


그림 2. 모니터링 계획의 개발

- ◎ 질적 제어를 위한 공통수행과정
 - 분석을 위해서 두 개의 시료 수집
 - 결측치 및 이상치 분석
 - 시료 분석의 모사
 - 분석기기에 대한 정기적인 검사 및 검정
 - 오염에 대한 반응물질의 정기적인 검사
 - 적절한 실험운영을 위한 냉장고, 오븐 등의 정기적인 검사

3.2.2 질적 관리 프로그램의 중요성

질적 관리 프로그램의 가치가 프로젝트가 진행되는 동안 의문이 발생할지라도, 프로그램의 가치는 프로젝트가 마무리 된 후 명확해 질 것이다. 프로젝트의 목적이 적절한 자료의 수집과 분석 계획하기 위해 적용되고, 모든 절차가 모든 프로젝트를 위해 수행되며, 정확하고 완전한 자료가 프로젝트를 통해 얻어진다면, 프로젝트로부터 수집된 자료 및 정보는 다른 활동으로부터 얻어진 선택을 충분히 뒷받침할 것이다. 또한 선택된 활동의 과정은 수집된 자료와 정보를 기초하여 변호를 받게 될 것이다. 질적 관리 프로그램의 개발 및 이행을 위해 프로젝트 예산의 10~20%정도를 사용해야 할 수도 있다. 그러나 이러한 비용은 잘 수립된 프로젝트의 계획과 이행으로 인한 총 비용의 절감으로 되찾을 수 있게 될 것이다. 발생 가능한 문제들을 예상하고 문제가 발생하기 전에 처리하며, 표본채취를 다시 실시하거나 표본에 대한 분석을 다시 실시하는데 소비되는 많은 시간과 비용의 필요성을 제거하고, 오차가 발생하는 부분을 결정하기 위한 프로젝트의 복구 비용 등이 포함된다. QA의 절차와 QC의 활동은 연구의 질적인 향상과 프로젝트

의 결과가 유용하도록 하는 방향으로 프로젝트의 활동과 금액을 어떻게 배분하는가를 결정하는데 적용되는 비용-효율에 관한 방안이다.

4. 결론

수변구역 복원을 위한 관리대책은 비점오염원 저감 기능을 제공하는 중요한 생태 지역 중에서 훼손된 습지와 수변구역 생태의 고유 기능을 복원하는데 중점을 두어야한다. 수문학적 상황을 보다 자연적인 상태로 되돌리는데 초점을 맞추는 전략은 수변지역이 가지는 기능을 복원하는데 가장 큰 잠재력을 가지며, 만약 자연적인 상태로 되돌릴 수 없다면 다른 지형학적 및 구조적 복원 활동은 성공하지 못할 수도 있다.

또한 수변구역제도가 올바르게 시행되고 효과를 발휘하기 위해서는 모니터링 또한 지속적으로 수행이 되어야 한다. 따라서 이러한 모니터링을 관리하기 위한 질적보증(QA)과 질적제어(QC)의 도입이 필요할 것이다.

본 고에서는 비점오염원의 저감을 위한 수변구역의 복원과정 전반의 과정을 검토하여 보았고, 또한 모니터링을 위한 질적보증(QA)과 질적제어(QC)에 대하여 살펴보았다.

♣ 감사의 글

본 연구는 2007년 낙동강 수계관리위원회환경기초사업의 “주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법 연구”에 의해 수행되었습니다. 🍀