

수질과 수계의 연계 : 수원 보호방법 개발

JOHN M. PECKENHAM, CATHERINE V. SCHMITT, JEFFREY L. MCNELLY, 그리고 ANDREWS L. TOLMAN 공저

미국 메인 주가 북동부의 다른 지역처럼 크게 개발되어 있는 것은 아니지만 미래에 메인 주의 수원을 잘 보호할 수 있도록 수도 산업을 훌륭하게 정착시킬 포괄적인 프로그램을 만들기 위해 이해관계자들이 뭉쳤다.

수계는 수자원을 보호하기 위한 가장 효과적인 관리 단위로 잘 알려져 있다(Robbins et al, 1991; USEPA, 1997; USEPA, 1999; NRC, 1999; NRC, 2000). 1996년의 안전 음용수법(SDWA : Safe Drinking Water Act) 수정에 자극을 받은 이후부터 수원 보호에 관심을 기울일 때는 연방기관과 메인 주보다 더 큰 범위의 과학계에서 물을 정화하기 위해 취하고 있는 수계 접근방식(watershed approach)이 취해진다. 수계관리는 미국 환경보호국이 '미래의 열쇠(key to the future)'라고 부를 정도로 수질 개선을 위해서는 안전한 음용수 프로그램을 만들 때 수계를 고려하여 조정해야 한다는 것은 놀랄 만한 일이 아니다.

SDWA에 대한 가장 최근의 수정안에 따르면 각 주는 공공 급수에 대한 오염 감수성을 측정해야 한다. 이에 따라 메인 주는 2003년에 완료된 SWAP(Source Water Assessment Program: 수원 평가 프로그램)을 실시하여 모든 공공 급수와 관련된 수계에서 수질에 위협을 줄 수 있는 요소를 평가했다. 이전에 지시받은 수원 보호 프로그램(Wellhead Protection Program)의 일환으로 지하수원에 대해서는 이미 평가를 하고 있었지만 이와 비슷한 지표수 보호 정책이 메인 주에 없었으므로 SWAP에서는 지표수원을 매우 강조했다.

메인 주에는 주 인구의 대다수에 서비스를 제공하면서 지표수를 사용하고 있는 60여 개의 지역사회 급수 시스템이 있다(그림 1 참조). 이 중 가장 큰 5개의 지역사회 지표수 공급 시스템을 합하



메인 주에는 주 인구의 대다수에 서비스를 제공하고 있는 60여 개의 지역사회 급수 시스템이 있다. 여기에 나와 있는 그림은 Upper Narrows Pond인데 윈스롭(Winthrop)과 메인 주의 수원이며, 지난 30년간 주거 지역이 크게 발달한 곳이다.

면 20만 명 이상에게 서비스를 제공하는 것이 되는데, 이는 주 인구의 6분의 1에 해당한다. 대부분의 수원으로는 천연호수, 못 또는 강이며 이 중에는 수질이 아주 훌륭한, 상대적으로 개발이 덜 된 수계의 수원이 포함된다. 메인 주가 대부분의 북동부 지방보다 개발이 덜 되었지만 토지 개발이 증가하고 있어서 수자원에 대한 요구가 증가하고 있다. 토지 사용의 증가와 토지 관리 정책의 변화로 앞으로 공급될 물의 양과 질은 불확실한데, 이는 특히 인구 증가와 개발 압력이 높은 해안 지역 등에서 더 심하다.

메인 주 SWAP의 일환으로 각각의 공공 지표수원에 대해 위협 요소를 평가했다. 그러나 위협요소를 공표하고 평가 결과를 이용하여 보호 활동을 시작하는 것은 급수업체의 책임이었다. 메인 주에 있는 몇몇 대형 업체에는 잘 수립된 프로그램이 있었고 직원 중에 수계 보호 전문가도 있었다(Lamie & Crovo, 1996). 그러나 이보다 영세하고 시골 지역에 있는 급수업체는 새롭게 예상되는 음용수 규제를 준수할 재정과 인력이 부족했다(Trax,

1999; Phoenix, 2002). 여러 가지 공급-관리 문제에 직면한 소규모 공공 급수에 대하여 평가에서 보호로 건너뛰는 것은 특히 어려운 일이다.

수원 평가 프로그램에서 확인된 위험요소를 급수업체가 해결할 능력이 몹시 부족하고 부적합할 수도 있다는 것을 깨달은 후에 메인 주 식수 프로그램(Main Drinking Water Program)에서는 '환경 및 수계 연구를 위한 상원의원 George J. Mitchell 센터(Senator George J. Mitchell Center for Environmental and Watershed Research)'와 메인 주 수처리 시설 협회(Main Water Utilities Association)와 협력하여 수원 보호-이행 프로젝트를 개발했다. 이 프로젝트의 목적은 첫째, 소규모 급수업체가 수원의 수질에 영향을 미치는 요인을 이해하도록 돕고, 둘째, 수원의 수계 내에서 수질에 영향을 줄 수 있는 위험요소를 평가하는 것이었다.

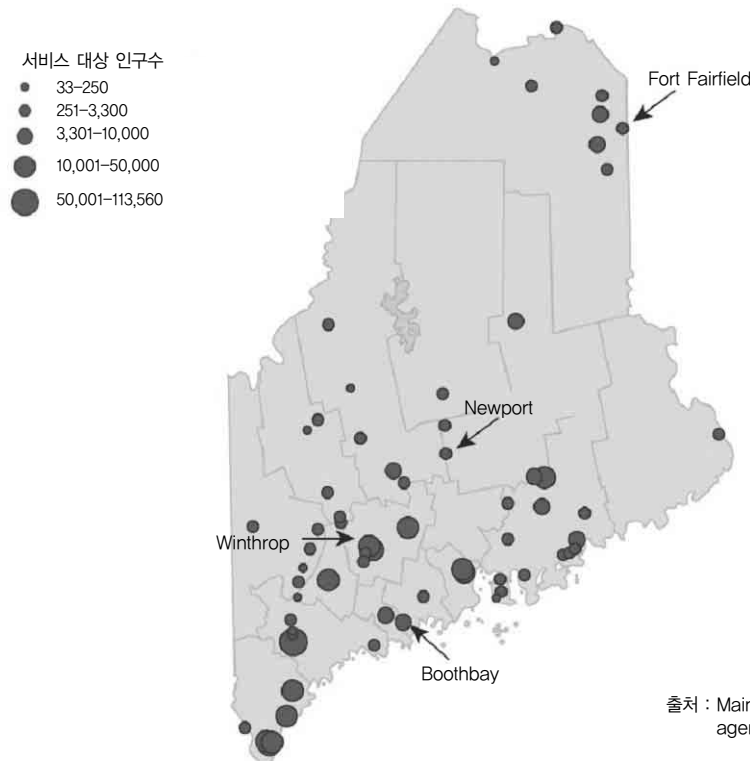
효과적인 수원 보호 프로그램을 이행하고 유지하려는 노력과 평가 과정을 조화시켜 평가 과정에 더 큰 가치를 부여하려는 바람이 이러한 노력을 낳은 것이다. 수질을 회복하는 것보다는 수질을 보호하는 것이 훨씬 쉽고 비용도 저렴하다. 급수업체가

SWAP 연구의 일환으로 수집한 정보에 따라 행동할 수 있는 능력을 확대시키는 것이 주 목표였다.

이 프로젝트에는 다음과 같은 전제가 있다. 즉 식수 공급을 보호하는 것은 지역 수준에서 행해져야 한다는 것이다. 성공을 위해서는 수계에 관련된 관계자들이 공동의 수질 목적을 향해 일해야 한다. 그리고 많은 사람들이 규제 제어의 이점을 신뢰하는 것은 아니기 때문에 주 정부 외부의 전문가가 인솔하는 자발적 프로그램을 통하여 공동의 목적을 달성하는 것이 더 가능성이 높다. 이런 종류의 협력이 지역, 주, 그리고 연방의 환경 규제 준수를 보장하는 효과적인 방법이라고 여겨진다.

사람들은 공공 수처리 시스템이 고객들에게 안전한 물을 공급할 것이라고 기대한다. 메인 주에서는 지표수 공급원에 수리권(water right)을 부여하는 법으로 이러한 기대의 일부를 만족시킨다. 이러한 법에는 서비스를 제공하는 지역사회 주민들에게 가정 및 지역사회에서 사용할 안전한 물을 공급하도록 하는 지시 또는 의무 사항이 포함된다. 이제 수원 보호(Source Water Protection) 과정에서는 수계에 대한 권한이나 소유권이 해당 시설에 없다고 하더라도 수계까지 미뤄 생각하여 이러한 법적 의무

그림 1 메인 주의 공공 지표수 공급 지역과 4개의 시범 연구 지역



사항을 확장하고 있다. 그 결과로 공공 수처리 시스템은 스스로 통제하는 수원 보호를 시작하거나 앞으로의 규제 결과를 감수해야 한다. 이러한 지식은 실제든 은연중이든 간에 수처리 시스템, 특히 소규모의 시스템에 추가 부담이 된다.

방법

1단계 : 기초 작업

급수업체에 수원 보호 개념을 소개하고 현재와 가까운 장래의 규제에 의한 지시를 검토하기 위해 2001년 초에 여덟 차례의 지역 정보회의를 열었다. 이 교육 회의에서는 다음과 같은 몇 가지 주제를 다루었다.

- 급수원과 수계의 유체 역학 개요
- 수질과 공중 보건의 관계
- 수질에 위협이 되는 요소의 확인 및 통제
- 식수 관련 규제 변경이 미치는 영향
- 수원의 수질, 자본 투자, 그리고 운영비 간의 경제적 연관성

1단계 회의에서는 각 급수업체 경영자의 지식 수준을 밝히려는 의도도 있었다. 수계 관리 또는 SDWA 준수에 도움이 필요한 시스템에는 프로젝트의 2단계에 참여하라고 권고하였다. 2단계에서는 수처리 시설 경영자들에게 SWAP에 대한 준비를 시키는 동시에 시설 운영이라는 맥락에서 수계 보호를 다룬다. 이로써 경영자들은 수계 보호에 적당한 중요성을 부여하는 방법을 결정할 수 있다.

메인 주 수처리 시설 협회의 전무이사들은 수원 보호가 필요한 이유를 설명하여 1단계 회의를 소개했다. 메인 주 식수 프로그램



메인 주 수원 평가 프로그램의 일환으로 각 공공 지표수 공급에 대한 리스크 평가를 수행했다. 사진은 아카디아 국립공원의 이글 호수로 메인 주 바 하버(Bar Harbor)의 수원이다.

(Maine Drinking Water Program)의 대표는 수원 보호를 위한 규제 환경의 개요를 설명했고, Mitchel 센터 대표는 수계 수리학에 관한 정보를 제공하고 수계가 수질에 어떻게 영향을 주는지에 관해 설명했으며, 컨설팅 엔지니어는 성공적인 수질 관리 방법에 관한 정보를 제공했다. 각 섹션의 핵심 파트에서는 주최 역할을 하는 수처리 시설에서 자신의 급수원에 관한 정보를 제공한 후 조직이 직면한 수질 관련 도전 과제를 논의하도록 했다.

2단계 : 수원 보호 시범 프로그램 개발

1단계 워크숍을 마친 후에는 참가자들이 시범 연구에 참여하도록 권고했다. 시범 지역 선택 기준은 아래의 보조 설명 상자에 나와 있다. 시범 지역은 필요성을 기준으로 선택했기 때문에 즉각적이거나 다수의 위험요소를 안고 있는 소규모 시스템이 많이 선택되었다. 메인 주의 소규모 시스템 운영자가 처한 수질 관련 문제와 위험요소를 설명하기 위해 10개의 지표수 처리 시설을 정보 제공용 연구 지역으로 선정하였다.

수원 보호 노력의 효과와 함께 기존의 수질 상태 및 수계 관련 문제를 문서화하기 위해 2001년 가을 10개 지역에 대한 현장 방문이 이루어졌다. 방문 목적은 수질과 관련하여 높은 위험요소를 가지고 있는 시설과 수원 보호에 도움이 필요한 시설을 확인하는 것이었다. 경영자들이 문제를 해결하도록 돕기 위한 템플릿을 개발하기 위해서는 경영자들이 필요로 하는 사항과 그들의 한계를 이해하는 것이 중요했다.

지표수 제공업체에 대한 미래의 수원 보호 지원 템플릿을 개발하기 위해 4개의 시설을 선정하였다. 부스베이 하버 수처리 시스템(Boothbay Harbor Water System), 포트 페어필드 시설국(Fort Fairfield Utilities District), 뉴포트 수도국(Newport Water District), 그리고 윈스롭 시설국(Winthrop Utilities District)이다(그림 1 참조). 단순한 목록 작성에 그치지 않고 이러한 지역들과 협력하여 구체적인 수질 관련 문제를 해결하고 수계 관리 기법을 적용하였다. 이러한 기법에는 연안(shoreline) 조사, 미디어 접촉, 지역의 수계 관련 조직에 모니터링 프로그램 소개, 그리고 토지 소유자와의 대화가 포함된다.

부스베이 하버 수처리 시스템에서는 한정된 담수 자원으로 연안의 지역 사회에 서비스를 제공한다. 유일한 급수원은 인접한 도시에 위치한 29.5ha(73acre)의 호수(아담스 못)인데 저장 용량이 부족해서 여름철에는 수요를 만족시키기 어렵다. 두 번째 수원은 예비 공급용이다(니커보커 호수). 아담스 못은 발달된 주간선도로 근처에 있는 반면에 니커보커 호수에는 계절 캠프와 소규모의 주거단지가 조성되어 있다. 이 시설의 우선 고려사항은

한정된 양의 수질을 보호하기 위한 수계 보호 조항을 개발하는 것이었다.

포트 페어필드 시설국은 농업 지구에 위치한 마을에 서비스를 제공한다. 수원은 부영양화가 과도하게 일어나는 작은 강(패티 브룩)인데 이 소규모 시스템은 부영양화의 원인에 관한 지식이 부족했다. 수계의 일부는 캐나다의 뉴브런즈윅으로 뻗어 있다. 토지 사용은 경계의 양쪽에서 비슷하다고 관측되었지만 국경 간의 관리에는 문제가 있다. 포트 페어필드에서 중요도를 정하기 위해서는 수계에 발생하는 문제를 확인하고 우선순위를 정하는 데 도움이 필요했다.

뉴포트 수도국은 80.5ha(199acre)의 지표수(노코미스 못)를 공급받는데 접근이 제한되고 물가에는 대부분 나무가 심어져 있다. 호수에는 주택이 거의 없고 모터보트는 금지되어 있다. 이러한 수원 통제 노력의 일부는 이전 수원(세바스티쿱 호수)에서 얻은 경험에서 나온 것이다. 뉴포트 수도국은 노후한 기반 시설을 교체하는 데 집중하였고, 수원 보호는 우선 사항이 아니었다. 뉴포트 수도국에 필요한 것은 그 수계의 윤곽을 그리고 당당한 위험 요소를 확인하는 데 도움을 주는 것이었다.

윈스롭 시설국은 112.9ha(279acre)의 지표수를 수원으로 사용한다(어퍼 내로우즈 못). 윈스롭 타운과 못을 둘러싸고 있는 지역은 30년이 넘도록 주거 개발 압력을 받아온 곳이다. 윈스롭 타운은 개발이 수원에 미치는 영향과 함께 부식 방지 관행이 적절하게 수립되고 운영되고 있는지 여부에 관심이 있었다. 주로 미디어 발표와 같은 홍보 활동과 함께 각 시범 시설에서 직원들과 구체적인 활동을 수행했다.

부스베이에서는 수계 관리인 그룹과 수계 보호 조항의 필요성에 중점을 두고 물과 보존을 공부하는 학생들과 함께 추가적인 작업을 수행하였다. 포트 페어필드에서는 주요 영양 공급원을 확인하기 위해 수계 조사를 수행하였다. 뉴포트에는 수원, 수계 기술,

그리고 인간의 접촉이 있을 법한 지역을 확인하기 위한 연안 조사에 대한 기본적인 정보가 필요했다. 수계의 규모를 조사했고, SWAP 경계선은 정밀도가 떨어지는 지도에서 유도된 것이기 때문에 세부적인 지형 변화를 현장에서 확인해야 했다.

윈스롭에서는 개발된 지역에서의 부식 방지 수단의 사용 및 상태 목록을 만들기 위해 연안과 도로를 조사했다. 프로젝트의 3단계를 위해 수질 문제, 수계에서의 활동 및 관리항목 목록을 만들어 수계 관련 해결책에서 얻은 교훈과 결합했다. 시범 지역을 이용하여 운영자들에게 필요한 수원 보호의 기초적인 방법들을 정확히 제공하였다.

3단계 : 수원 보호 참조 간행물 만들기

시범 연구 지역에서 수집한 정보를 기반으로 메인 주 지표수 처리 시스템에 대한 수원 보호 참조 가이드를 개발했다. 이 가이드는 수처리 시스템 운영자와 식수 보호에 관련이 있는 기타 이해관계자를 위한 수원 보호 방법으로 의도한 것이었다. 그 목적은 수원 보호 활동을 개시하기 위해 SWAP 보고서와 함께 사용할 방법을 시설 운영자에게 마련해 주는 것이었다.

결과 및 토의

수처리 시설에 도움을 주어야 한다는 것은 명백했지만 수처리 시설을 일일이 조사하는 것은 실제로 불가능한 일이기 때문에 시간과 노력을 활용할 수 있는 방법이 필요했다. 경영자들의 기술적 지원 요구로 참조 문서를 개발하게 되었다. '수원 보호: 수질과 수계의 연결(Source Water Protection : Linking Water Quality to the Watershed)' (Schmitt, 2003)은 급수업체가 수원 보호 계획을 이행하는 것을 돕기 위해 설계된 것이었다.

시범 연구 지역 선정 기준

1. 후보지는 수계의 스트레스(수질, 수량, 수계 개발) 정도에 따라 순위를 매겼다.
2. 예전에 수량 또는 수질 문제를 겪은 적이 있는 연구 지역에 우선권을 주었다.
3. 후보지는 직원 및 서비스를 제공받는 인구의 규모에 의해 정해지는 경제적 필요성에 따라 순위를 매겼다.
4. 메인 주 환경보호부의 305b 위험에 처한 대상 목록(threatened list)에 올라 있는 수계에 우선권을 주었다.
5. 후보 시설은 직원, 물류 또는 관리 지원을 통하여 프로젝트에 기여할 필요가 있었다.

가이드의 내용은 해당 프로젝트의 처음 두 단계에서 발견한 것과 수원 평가 과정에서 확인된 위험요소를 바탕으로 하였다. 가이드의 목적은 급수업체가 보호 활동으로 평가를 따르는 것을 더 쉽게 하기 위한 것이었다. 가이드는 메인 주의 모든 공공 지표수 공급업체, 식수 보호 전문가, 지역 계획 기관, 그리고 기타 관련 이해당사자에게 무료로 배포되었다.

가이드의 기본 전제는 급수업체가 공통의 수질 문제 또는 수질에 위협을 주는 수계 활동에 직면해 있다는 것이다. 때때로 이 가이드를 '요리책(cookbook)'으로 부르는데, 그 이유는 공공 급수업체가 시스템에서 관련 '재료' (예: 수질 및 토지 사용)를 뽑은 후 수계의 규모에 따라 사용자의 사정에 맞춘 해결책을 만들 수 있

기 때문이다. 67, 68, 그리고 69페이지의 작은 상자에 샘플 페이지가 나와 있다. 전체 문서는 www.umaine.edu/WaterResearch/research/pdfs/Source%20Water%20Protection.pdf를 방문하여 온라인으로 볼 수 있다.

가이드는 각 섹션이 서로를 참조할 수 있도록 구성되었다. 급수업체에게 특정 수질 관련 문제가 있는 경우 급수업체는 해당 주제 페이지로 바로 가서 해당 문제와 구체적인 단기 해결책 및 처리 옵션을 확인할 수 있다. 또한 각 주제 페이지에는 다양한 수질 손상을 일으킬 수 있는 대규모의 수계 관련 활동과 이와 관련하여 제시된 장기 해결책이 함께 나와 있다.

메인 주의 대다수 지표수 공급에는 처리와 공급 중에 문제를 일

탁도로 비롯된 수질 문제를 해결하기 위한 메인 주 수원 보호 가이드의 예제 페이지

▶ 탁도

탁도란 물의 투명도를 측정한 것, 즉 빛이 물속의 입자에 의해 어떻게 산란되거나 흡수되느냐이다. 탁도가 증가하면 빛이 물에 침투하는 양이 줄어든다. 탁도는 부식된 퇴적물, 수계 또는 연안에서 흘러들어온 우수, 수계 내의 유기물질 등에 의해 발생할 수 있다. 탁도는 영양분 수준 내지는 여과 효과를 나타내는 수질의 간접적인 척도로 사용된다. 높은 탁도는 질병을 일으키는 미생물의 정도가 높다는 것과 연관시킬 수 있다. 탁도는 소독을 방해하기 때문에 여과 및 소독 수준을 높여야 한다.

탁도는 간헐적이거나 계절에 따라 발생하는 경우가 많기 때문에 모니터링이 필요하다. 처리 시설에서 계량기를 사용하거나 샘플을 연구소로 보내어 탁도를 측정하는 것 외에도 투명도판(Secchi disk)을 이용하여 물의 맑은 정도를 측정할 수 있다. 매주 투명도판 측정 또는 탁도 측정을 하면 투명도 추세를 추적하고 높은 탁도의 잠재적 원인을 확인하는데 도움이 될 수 있다.

▶ 수계의 퇴적물 침식 원인

집약적인 삼림 및 농업은 침식된 퇴적물의 원인이 될 수 있다. 야생동물(특히 비버)의 활동도 퇴적물을 침식할 수 있다. 퇴적물은 빗물에 의해 주택 단지 및 도시 개발 지역, 공사 현장, 캠프 도로, 그리고 불침투성 표면으로부터 운반된다.

▶ 해결책

수계 및 연안 조사를 수행하면 침식의 원인이 될 수 있는 삼림, 농업 관행, 그리고 도로가 확인될 것이다. 우수 관리, 적절한 도로 건축 작업, 완충 장치, 공사 중의 침식 통제를 촉진하기 위해 개발 검토에 참여한다.

으킬 수 있는 자연적 특성이 있다. 예를 들어 주위의 습지에서 물이 흘러들어가는 곳은 유기물질 축적으로 색이 짙을 수 있다. 유기물질은 처리 중에 염소와 결합되어 소독 부산물을 형성할 수 있다. 수질 문제가 공급되는 물의 자연적 특성 탓으로 발생한 것이고 인간이 수계에서 벌인 활동에 의한 것이 아닌 경우, 다른 공급원을 이용할 수 없는 한 처리에 기초한 해결책이 가장 적당한 방법이다.

그러나 수원의 수질에 발생하는 문제는 때때로 주변 수계에서 발생하는, 잠재적으로 해를 끼칠 수 있는 활동의 최초 발화점이 될 수 있다. 수질 손상을 막으려면 최고 수질의 수원을 유지하는 것이 중요하다(Gullick, 2003). 그러므로 수계에서 위협 요소를 찾아 줄이는 것이 수질을 보호하는 가장 효과적이고 비용이 적게

드는 장기 해결책이다.

수원 보호는 낮은 비용으로 안전한 물을 공급할 수 있는 경제적이고 효과적인 과정일 수 있다. 예를 들어 지표수 처리 규칙(Surface Water Treatment Rule)에서는 해당 수처리 시설이 특정 지역의 수질 기준을 달성했다는 것을 보여줄 수 없는 한 모든 지표수 수원을 여과할 것을 요구한다. 수원 보호 노력은 여과를 하지 않을 수도 있도록 하는 노력의 일부이다.

일반적인 보호 프로그램 간에는 주요 차이가 일부 존재한다. 법에서 요구하는 모니터링을 제외하면 엄격한 원수 수질 정보를 가지고 있는 수처리 시스템이 너무 부족하다. 원수 수질에 대한 추가적인 모니터링은 수계에서 발생하는 활동에 기인한 변화를 감지하고 수계의 위협 요소를 확인하는 정보를 제공하는 가장 효과

삼림에서의 활동 및 그 활동이 수질에 어떻게 영향을 주는지를 설명하는 메인 주 수원 보호 가이드의 예제 페이지

▶ 삼림

수량과 수질의 입장에서 보면 숲은 유역의 토지를 훌륭하게 보호하는 역할을 한다. 삼림지는 수질을 향상시키고, 야생 동물에게 거주 환경을 제공하며, 편하게 쉴 수 있는 장소를 제공한다.

수질을 향상시키고 수량을 증대시키기 위해 설계한 삼림 관리 계획에는 상업적 벌채가 포함될 수 있다. 맑은 물을 공급하고 목재 판매를 통해 수입을 올릴 수 있으므로 삼림 관리는 매우 유용하다. 숲의 수확물에서 나온 소득으로 유역 관리 프로그램에 보조금을 지급할 수 있다. 벌목 및 기타 삼림 재배 활동은 적절하게 관리할 경우에 수질을 저하시키지 않는, 급수 시설에 관련된 유역을 적절하게 사용하는 활동으로 널리 알려져 있다. 수질, 토양 구조, 남아 있는 나무, 그리고 문화 자원을 보호하기 위해서는 '모범 관리 관행'을 적용해야 한다.

▶ 수질 문제

삼림 관리 계획에 맞추어 일을 처리하지 않거나 삼림이 소규모의 개인 식림지인 경우에 벌목을 하면 다음과 같은 수질 문제를 야기할 수 있다.

조류(藻類) / 탁도 / 병원균 / TOC/소독 부산물 / 살충제 및 제초제

▶ 해결책

유역 및 연안을 조사하면 침식 영역을 확인할 수 있다. 토지 소유자에게는 삼림에 관한 교육을 시키고 식림지 소유자에게는 BMP에 관한 교육을 시킨다. 주 당국에서 '모범 관리 관행'에 대한 표준을 구할 수 있다.

적인 방법인데도 메인 주의 SWAP에서는 그러한 모니터링을 요구하지 않는다. 수계와 수원을 생물학적-화학적 상호연관성과 역학의 측면에서 잘 이해하지 않는다면 수계 보호 전략은 효과가 없을 것이다.

지표수 공급과 관련된 수계에서 발생하는 다양한 종류의 토지 사용 및 활동은 수질에 영향을 줄 수 있다. 수질에 손상을 주지 않는 경우라 할지라도 공급업체는 수계에서의 토지 사용과 활동으로 상대적 위험을 염려할 수 있다. 공급업체는 수질 저하를 막기 위해 토지 사용 활동에 적극적으로 관여하고 싶을 수도 있다. 보호 노력을 지지하기 위해서는 원인과 결과에 대한 사실에 입각한 정보가 필요하다.

원수 보호 가이드의 '수계의 침전물 원인(Watershed Sources)' 섹션에서는 수질에 영향을 줄 수 있는 공통적인 수계 토지 사용

및 활동에 대해 논의하고 농업, 삼림, 주택 단지 및 기타 수계에 서의 활동을 처리하는 데 도움이 되는 참고 자료와 수단을 제공한다. 또한 이 섹션에서는 원수 보호 계획의 일부로 포함시킬 수 있는 다양한 관리 및 홍보 방법을 설명한다. 하나의 시스템이 모든 기법을 적용할 것 같지는 않지만 몇 가지를 조합해서 사용하면 수질 보호 노력을 향상시키는 데 크게 도움이 될 것이다.

원수 보호 개념의 바탕에는 지역에서 식수 공급원을 보호해야 한다는 기본 전제가 있다. 이는 프로젝트의 모든 단계에서 분명하며 결과적으로 가이드에서는 수계 관리, 홍보, 그리고 처리 및 공급 기법에 대한 교육을 강조한다. 모든 수계 관련 해결책에는 수계에 관계된 다양한 이해관계자, 즉 토지 소유주, 농부, 삼림지 거주자, 시민, 학교, 지역 정부 및 주 당국과의 대화가 필요하다. 이러한 이해당사자 간의 조정 업무가 공공 급수업체의 책임이 되

수원 보호를 위해 계획된 개발 검토를 논의하는, 메인 주 수원 보호 가이드(Source Water Protection guide)의 예제 페이지

▶ 개발 검토

2000년도에 제정된 공법(Public Law) 761에서는 급수와 관련된 수원 보호 지역(직접적인 수계)에서 할 수 있는 특정 활동을 공공 급수업체가 공고할 것을 요구하고 있다. 인접지의 소유주에게 통보한 경우 공공 급수업체는 기본적으로 인접지의 소유주로 취급된다. 이는 청문회에 참석하여 제시된 개발계획에 대해 의견을 발표할 수 있는 기회를 제공하는 것이다.

다음은 개발에 관하여 검토 및 의견 제시를 할 때 사용할 수 있는 제안사항이다.

- 최소한 청문회에서 자신을 소개한 후 자신이 공중 보건과 상수도 보호를 위해 말하고 있다는 것을 명백히 한다.
- 건설에 관련된 모범 관리 관행과 침식 방지 방법을 장려한다(실트 울타리, 건초 덩어리, 자체가 쌓여 있는 토양에 덮개를 하거나 씨뿌리기 등).
- 주택 단지 및 도시 개발 지역에 대해 하수 집수시설(deep sump catch basin), 잔디를 심은 저습지, 버퍼 등을 포함하여 최적 관리를 요청한다. 메인 주의 1997년 우수 관리법(Stormwater Management Law)에 따르면 공사 프로젝트에 포함된 불침투성 지역이 2만 평방피트(1,858m²) 이상이거나 공사의 영향을 받는 지역이 5에이커(2ha) 이상이고 공공 급수와 관련된 수계에서 공사가 이루어진다면 DEP에 허가서를 요청해야 한다. 관련 정보는 토지 및 수질 관리국(Bureau of Land & Water Quality)(287-3901)에 연락한다. 우수 관리 규제(stormwater management regulations)는 www.state.me.us/dep/blwq/stormwtr/index.htm에서 이용할 수 있다.
- 비점 오염원 오염(non-point-source pollution)에 대해서는 식생완충대 및 기타 지표 관리를 권장한다.
- 개발되지 않은 용지 및 구획에 대해서는 토지 보존 및 완화 옵션을 추구한다.

는 경우도 자주 있다.

이러한 책임을 수행하는 데 도움을 주기 위하여 가이드의 각 주제 페이지에는 참고 문헌과 추가 정보 및 지원을 위한 지역 연락 정보가 포함되어 있으며 각 섹션은 상호 참조할 수 있도록 되어 있다. 예를 들어 공급업체는 탁도 관련 페이지의 '해결책' 제목 아래에서 수계와 연안 조사로 침식에 관련된 영역을 확인할 수 있다는 내용을 볼 수 있다. 가이드에서는 공급업체가 개발 검토 과정에 적극적으로 참여할 것을 권장하는데 이를 통하여 미래에 침식과 탁도가 급속히 발생하는 것을 막을 수 있다. 다음에 공급업체는 해당 주제에 대한 해결책을 찾기 위해 가이드의 개발 검토 섹션을 찾아볼 수 있다. 이 외에 주 고유의 연락처 및 방법 목록도 가이드에 포함되어 있다.

수원 보호 구현 프로젝트에 참여한 시범 지역에서의 작업으로 몇 가지 명백한 결과가 밝혀졌다. 부스베이에서는 수계 조사가 완료되었으며 해당 시설이 개발 허가 검토 작업에 참여하여 수계 보호 조항을 제정하게 되었다. 뉴포트에서는 수원 수계가 SWAP에서 작성된 지도보다 작다는 것이 밝혀져서 잠재적 위험요소가 감소되었다. 윈스립의 시설에서는 이제 수원 수계에서의 토지 사용에 대한 지역적 통제를 시작하는 데 도움을 주기 위해 필요한 문서를 갖추게 되었다. 마지막으로 포트 페어필드에서는 토양이 수원이 되는 강으로 흘러들어가는 것을 최소화하기 위해 시설과 농업계가 협력했다.

결론

식수 오염을 막기 위해 수계 관리를 제일 방어선으로 삼아야 한다는 원칙이 새로운 것은 아니다. 실제로 19세기 말에 식수원에 대한 인간의 접촉과 수인성 질병의 발병 관계가 명확해지고 도시 지역이 더 멀리 떨어져 있는, 보호된 수원으로 전환하면서 수계 보호는 잘 받아들여졌었다(Burdy et al, 1983). 원수 보호 시범 프로젝트에서 나온 일반적 결론으로 수질을 평가하고 보호하는 데 수계 접근법이 중요하다는 것은 그 다음에 나왔다. 아래에 나오는 결론은 시범 연구와 완성된 원수 보호 참조 가이드에서 나온 것이다.

- 공급업체가 원수 보호를 중요하게 생각하지 않는다면 원수 보호는 잘 되지 않을 것이다. 시범 프로젝트를 수행한 결과 원수 보호의 중요성과 필요성을 지속적으로 강화할 필요가 있다는 것이 밝혀졌다.

- 원수 모니터링은 중요한 원수 관리 및 보호 방법이다. 대부분의 수처리 시설에는 인적 및 재정 자원이 부족하므로 급수업체는 수원을 모니터링하여 큰 이익을 얻을 것이다. 또한 모니터링을 하면 수계와 관련 있는 다른 이해관계자들과 의사소통을 할 때 사용할 수 있는 자료를 얻을 수 있다.

- 지역 및 주 정부, 그리고 일반 대중과 조정하는 일은 급수업체가 직면한 매우 중요한 과제 중의 하나이다. 급수업체 관리자들은 식수 수질 보호의 중요성에 관하여 토지 사용 및 기획 공동체의 사람들과 의사소통을 하고 이들을 교육시켜야 한다. 의사소통 및 교육 역할은 전통적으로 공공 급수 시설의 경영자가 책임질 일이 아니었으며 급수업체가 이러한 역할을 수행하는 데 도움을 주기 위해서는 자원이 필요하다. 📧

저자 소개

John M. Peckenham(이메일 주소 : jpeck@maine.edu)은 환경 및 수계 연구를 위한 상원의원 George J. Mitchell 센터(enator George J. Mitchell Center for Environmental and Watershed Research, Norman Smith Hall, University of Maine, Orono, Maine 04469)의 박사 후보이면서 선임연구원이자 이사보이다. Peckenham은 수질 및 개선에 관한 연구 및 컨설팅 분야에서 일해 왔다. 그는 AWWA, 국내지하수협회(National Groundwater Association) 및 미국지구물리학회(American Geophysical Union)의 회원이며 Environmental Monitoring and Assessment, Journal NEWWA 및 Journal of Environmental Quality에 기고해 왔다. Catherine V. Schmitt는 환경 및 수계 연구를 위한 상원의원 George J. Mitchell 센터의 연구조교(Research Assistant)이면서 과학작가(science writer)이고 대학원생으로서 이 프로젝트에 참여했다. Jeffrey L. McNelly는 메인 주 수처리시설협회(Maine Water Utilities Association)의 전무이사이다. Andrew L. Tolman은 메인 주 식수프로그램(Maine Drinking Water Program) 원수보호부(division of Source Water Protection)의 원수평가프로그램(Source Water Assessment Program) 제작 진행 책임자이다.

* 이 논문에 대하여 의견이 있으신 분은 journal@awwa.org로 연락해 주시기 바랍니다.