

제주지역 상수원의 합리적 보호 및 관리 방안

박 원 배* 김 태 윤** 김 승 건***

<목 차>

- I. 서 언
- II. 이론적 고찰
- III. 사례 연구
- IV. 개발 방향
- V. 결 론

I. 서 언

제주도는 내륙지방과는 수문지질 여건이 다르므로 생활용수의 대부분을 지하수를 개발하여 이용하고 있으며, 음용수 또한 용천수와 지하수 관정에 전적으로 의존하고 있다. 용천수는 상수도가 제대로 보급되지 않았던 1970년대 이전까지 지역주민의 주된 식수원으로 이용되었을 뿐만 아니라, 상수도 보급율이 99.9%에 이른 현재에도 상수도 시설용량의 약 60%를 차지하고 있는 주요 수원으로 이용되고 있다^{1,2)}.

제주도 전체적으로 볼 때, 상수원으로 이용되고 있는 용천수는 지하수 관정에 비하여 그 수는 적지만 보다 넓은 지역에 상수를 공급하고 있다. 예를 들면, 남제주군 지역의 경우 전체 상수원 63개소 중 용천수는 3개소에 불과하지만 급수구역 측면에서 보면 용천수 상수원이 넓은 지역에 급수되고 있다.

구체적인 예로 대정읍 일파리 해안가에 있는 상수도 생산시설은 용천수를 취수원으로 하고 있다. 이 시설은 '90년 이전까지는 1일 취수량이 1,700m³에 불과한 소규모 수원이었으나 '90~'93년까지 진행된 1단계 수원개발 사업으로 6,500m³/일의 시설용량을 갖추어 1일 평균 3,088m³을 급수하는 남제주군 서부지역의 주된 수원으로

* 제주발전연구원 책임연구원.

** 제주발전연구원 책임연구원.

*** 제주대학교 공과대학 식품공학과 박사과정.

이용되기 시작하였다.

또한 2단계 시설 확장 공사가 '99년 4월 준공됨에 따라 총 시설용량이 15,000m³/일로 확장되어 대정읍과 안덕면 관내 30개 마을에 용수를 공급하고 있다.

그러나 토지이용 형태가 점차 다양화해지고 도로 여건도 향상되면서 상수원 상류 지역의 개발이 활발하게 추진되어 상수원의 수질에 영향을 미치는 주변환경이 크게 위협받고 있다.

특히, 일부지역에는 가축사육시설의 급속한 증가는 물론 사설 지하수 관정의 집중 개발, 초지개간, 도로확장 및 개설 등이 수원지 상류지역에서 급속하게 이루어지면서 상수원의 수량과 수질 보호 방안 마련이 매우 시급한 실정이다.

본 연구는 제주지역 상수원 상류지역의 개발적인 환경 특성에 대한 조사·연구 결과로부터 지하수 오염취약성에 근거한 적절한 상수원보호 및 관리 방안을 제시하고자 한다.

II. 상수원 상류지역의 환경 특성

지하수를 상수원으로 이용하고 있는 외국의 경우, 상수원 보호구역의 설정은 대부분 해당 수원(관정)으로부터의 거리를 기준으로 정하여 지하수원(관정)을 관리하고 있다.

일반적으로 상수원을 체계적·합리적으로 보호·관리하기 위해서는 해당 지역특성에 대한 환경특성의 면밀한 검토가 전제되어야 한다. 본 연구에서는 제주지역에서 용천수를 상수원으로 이용하고 있는 대정지역의 사례를 통하여 상수원의 합리적 보호 및 관리방안을 제시하고자 한다.

조사지역에서 발생하는 오염원은 생활하수, 가축폐수 및 토지이용 형태에 따른 오염원으로 구분할 수 있다. 특히, 상수원 상류지역에는 오수·분뇨및축산폐수의 처리에관한법률에 의거 허가 또는 신고된 가축 사육시설이 28개소이며, 총 사육두수는 37,166마리이며, 그 밖에 소규모 축산시설도 여러 곳에 분포하고 있다. 조사지역의 1일 총 오염원 발생부하량은 BOD 957.10kg, COD 783.78kg, SS 772.79kg, T-N 178.77kg, T-P 53.92kg으로 산정되었으며, 오염원별로 보면 축산폐수에 의한 오염 발생부하량이 각 항목에서 60%를 차지하고 있다³⁾.

대정읍 지역의 하수도 시설은 우수(雨水)와 생활하수를 처리하기 위한 합류식으로 하수도 시설 보급율은 47.3%이나 우수 배제를 위한 시설이 대부분을 차지하고 있어 오수 처리를 위한 분류식 하수관거 확충이 요망되고 있다. 본 조사지역의 생활하수는 하수도를 이용하여 바다로 배출되고 있으며, 우수관 시설도 지형적인 여건으로 인해 도중에 끈기는 곳도 있어 이로 인한 침수지역이 발생하고 있다. 또한

강우시 지표수 유출이 발생할 경우 배수로 시설이 매우 빈약하여 넓은 지역을 침수시키고 있는 것으로 판단된다.

또한 최근 들어 토지이용 현황을 보면 경작지는 1980년을 기준으로 점진적으로 감소하고 있으며, 임야는 1987년을 기준으로 뚜렷이 감소하고 있음을 알 수 있다. 그러나 과수원 면적은 1991년 이후 현저한 증가 추세를 보이고 있고, 시설용지를 포함한 기타 용지도 1986년이후 부터 점진적으로 상승하고 있는 추세이다.

이와 같이 대정읍 지역의 임야 면적이 감소하고 있는 것은 초지나 임야가 과수원이나 경작지 등으로 개간·이용되면서 비롯하는 것으로 보인다. 특히, 초지를 개간할 경우 토양은 지표면으로 노출되고 집중 강우시 유출계수는 상승하고 토양이 침식과 함께 탁수 요건을 증가시키는 요인으로 작용하게 된다. 또한 공장용지, 도로, 시설 과수원의 증가는 불투수층 면적을 증가시킴으로써 많은 양의 빗물이 유출되는 요인으로 작용하게 된다.

상수원 주변 지역의 지질은 대부분 침상장석암암석현무암으로 구성되어 있으며, 토양은 24개 토양통으로 구성되어 있다. 그 중 면적이 넓은 토양통으로는 무릉, 용흥, 하원, 조천, 강정 및 영락통이 주를 이루고 있다. 조사지역내 토양의 점토 함량이 많아 상수원 탁수 발생의 주요 원인으로 작용하고 있는 토양은 강정, 무릉, 조천, 용흥, 송악, 중엄통이며, 이와 반면에 금악, 중문, 하원, 오라통 등은 점토 함량이 낮고 투수 속도가 빨라 탁수 원인을 제공하지 않을 것이다²⁾.

조사지역의 투수성 지질구조는 습골, 굵자왈 및 오름이 분포하고 있으며⁴⁾, 이들 주변 관정들은 강우시 탁도 발생 확률이 매우 높은 것으로 나타나고 있어 신규 관정 허가나 관정에 대한 시설 보완이 이뤄져야 할 것이다.

상수원 상류 주변 지역의 관정은 총 109개소로 특히, 사설관정이 대부분을 차지하고 있으며 이들 관정들은 최근 들어 집중 개발되었을 뿐만 아니라 지하수 시공과 보호시설에 많은 문제점이 있는 것으로 조사되었다.

이처럼 환경 특성이 전혀 다른 상태에서 상수원 보호 구역 설정을 단순히 외국사례와 같이 일정거리를 보호구역으로 설정하는 것은 과학적인 합리성이 부족하다. 특히 서림수원 상류지역에 투수성 지질구조가 상수원을 중심으로 2~3km 사이에 분포하고 있으며, 탁도 또한 거리에 따라 불규칙하게 변화하고 있고, 각종 오염원이 폭 넓게 분포하는 점을 고려할 때 거리에 따라 보호구역을 설정하는 것은 현실적으로 매우 어렵다.

Ⅲ. 상수원 상류지역의 관리방안

조사대상 지역의 각종 토지이용 등으로 인하여 상수원수의 수질에 영향을 미칠

수 있는 오염물질의 종류는 생활하수, 축산폐수, 산업폐수 등을 들 수 있다.

따라서 해당 상수원을 적극적으로 보전하기 위해서는 수원지 상류지역에서 오염물질을 배출하는 시설들의 입지를 오염취약성에 따라 적절히 규제하는 시책이 요구된다.

본 연구에서는 상수원 상류지역의 관리방안으로 중산간지역 보전·관리방안 적용, 오염취약성 등급 적용, 오염취약성 등급과 임의반경법을 혼합 적용하는 방안 등을 제시하였다.

1. 중산간지역 보전·관리 방안 적용

이 관리 방안은 제주도가 수립한 중산간지역 관리지침을 적용하여 중산간지역 보전·관리 방안을 전적으로 수용하여 관리하는 방안이며, 보전등급별 관리방안은 <표 1>과 같다.

<표 1> 보전등급별 관리 방안(1)

등급	특정수질유해 물질 발생시설	폐기물 관련시설	생활하수 발생시설		축산폐수 발생시설
			연건평 3,000㎡미만	연건평 3,000㎡이상	
1	· 설치금지 · 이전추진	· 설치금지	· 설치금지	· 설치금지	· 설치금지
2	· 설치금지 · 이전추진	· 설치금지	· 하수처리장까지 하수관 연결시 허용	· 설치금지	· 설치금지
3-1	· 설치금지 · 기존시설의 정화시설 보완 또는 이전추진	· 설치금지	· 하수처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD SS 10ppm, 이하 처리시설 설치시 허용	· 하수처리장까지 하수관 연결시 허용	· 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용
3-2	· 설치금지 · 기존시설의 정화시설 보완 또는 이전추진	· 침출수를 하수처리장 까지 하수관 연결시 허용	· 하수처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD SS 20ppm, 이하 처리시설 설치시 허용	· 하수처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD, SS 10ppm 이하 처리시설 설치시 허용	· 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용
4	· 설치금지 · 기존시설의 정화시설 보완 또는 이전추진	· 침출수를 하수처리장 까지 하수관 연결시 허용 · 침출수BOD, COD, SS 20 ppm 이하 처리시설 설치시 허용	· 하수처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD, SS 30ppm 이하 처리시설 설치시 허용	· 하수처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD, SS 20ppm 이하 처리시설 설치시 허용	· 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용

1) 특정수질 유해물질 발생 시설

「수질환경보전법」 제2조와 동법 시행규칙 제3조에 규정된 구리, 납, 시안화합물 등을 발생시키는 시설을 대상으로 한다. 이들 시설에 대해서는 전면적으로 설치를 금지한다.

2) 폐기물 관련 시설

「폐기물관리법」 제2조에 규정된 쓰레기, 오니, 폐유 등을 배출하는 시설물을 대상으로 한다. 1~2등급 지역에서는 전면적으로 시설의 설치를 금지한다. 3~4등급 지역에서는 침출수를 하수관거를 통해 하수처리장으로 유입시켜 처리할 수 있거나 정화처리 기준을 강화하는 경우에 부분적 허용을 고려할 수 있다.

3) 생활하수 발생 시설

음식점, 숙박시설, 주택 등 사람의 생활 활동으로 인하여 발생하는 폐수를 방출하는 시설을 대상으로 한다.

1등급 지역의 경우 규모에 관계없이 시설의 설치를 금지하고, 허용 지역에서도 배출수 처리 기준을 강화하여 부분적으로 허용한다.

(1) 연건평 3,000㎡ 미만의 시설

지역주민의 일상생활 중 필요에 의하여 설치하는 소규모 시설물로 1등급 지역에서는 설치를 금지하며, 2등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 허용, 3-1등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 10mg/ℓ 이하, SS 10mg/ℓ 이하, 3-2등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 20mg/ℓ 이하, SS 20mg/ℓ 이하 처리시설의 설치시 허용한다. 4등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 30mg/ℓ 이하, SS 30mg/ℓ 이하 처리시설의 설치시 허용한다.

(2) 연건평 3,000㎡ 이상의 시설

상업적 목적의 시설물이 주 대상이고, 오수 발생량도 많으므로 1등급, 2등급 지역에서는 설치를 금지시킨다.

3-1등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시, 3-2등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 10mg/ℓ 이하, SS 10mg/ℓ 이하 처리시설의 설치시 허용한다.

4등급 지역에서도 하수처리장까지 하수관 연결시에서 허용토록 하며 ‘오수·분뇨

및 축산폐수처리에 관한 법률'에 규정된 특정지역내에서의 방류수 수질 기준인 BOD 20mg/ℓ 이하, SS 20mg/ℓ 이하의 하수처리 시설에는 시설물의 설치를 허용한다.

4) 축산폐수 발생 시설

‘오수·분뇨및축산폐수처리에 관한 법률’에 규정된 특정지역에서의 허가·신고대상 축산시설을 대상으로 한다.

1등급과 2등급 지역에서는 전면적으로 설치를 금지시키며, 3-1~4등급 지역에서는 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 시설 설치를 허용토록 한다.

2. 오염취약성 등급 적용

일반적으로 오염취약성도는 광역적인 지하수보호계획을 수립하고 환경관련 업무에 종사하는 근무자들에게 배포되어 지하수 보전에 필요한 규제 조항과 토지이용 행위 제한을 결정하는데 중요한 지침서로 사용된다.

특히, 오염취약성이 높은 지역에서 축산시설, 폐기물처리시설, 토지형질 변경, 쓰레기매립장이나 건설사업 예정 부지에 대한 행위제한과 오·폐수인 경우에는 반드시 처리시설 설치를 유도하고, 가능한 한 오염 위험이 낮은 지역으로 유도할 수 있는 특징이 있다⁵⁾.

그러나 오염취약성 등급만으로 상수원을 보호하고자 할 경우 상수원 인접지역에 해당하는 등급이 낮으면 축산시설, 폐기물처리시설 등과 같은 시설물이 설치되어 이들 시설물로부터 발생하는 오염물질이 상수원에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있는데 이에 따른 행위 규제가 어렵다.

오염취약성 등급을 적용한 상수원의 관리방안은 다음과 같다.

1) 폐기물 관련시설

「폐기물관리법」 제2조에 규정된 쓰레기, 오니, 폐유 등을 배출하는 시설물을 대상으로 한다. 1~3-1등급 지역에서는 특정수질 유해물질 발생 시설과 같이 시설의 설치를 금한다. 3-2~4등급 지역에서는 침출수를 하수관거를 통해 폐수처리장으로 유입시켜 처리할 수 있거나 정화처리 기준을 강화하는 경우에 부분적 허용을 고려할 수 있다.

2) 생활하수 발생 시설

1등급 지역의 경우 규모에 관계없이 시설의 설치를 금지하고, 허용 지역에서도

배출수 처리 기준을 강화하여 부분적으로 허용한다.

지역주민의 일상생활 중 필요에 의하여 설치하는 소규모 시설물로 1등급 지역에서는 설치를 금지하며, 2등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 허용한다.

<표 2> 보전등급별 관리 방안(II)

등급	축산폐수 발생시설	폐기물 관련시설	생활하수 발생시설	지하수 관정 개발	토지형질 변경	유류 저장시설
1	· 설치금지	· 설치금지	· 설치금지	· 개발금지	· 변경금지	· 설치금지
2	· 설치금지	· 설치금지	· 설치금지	· 개발금지	· 변경금지	· 설치금지
3-1	· 신고대상 규모1) · 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용	· 설치금지	· 하수처리장까지 연결시 허용	· 허용	· 허용	이중 보호벽 시설시 1,000ℓ 이하 허용
3-2	· 허가대상 규모 · 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용	· 침출수를 폐수처리장까지 연결시 허용	· 하수처리장까지 연결시 허용 · BOD, SS 10ppm, 이하 처리시설 설치시 허용	· 허용	· 허용	이중 보호벽 시설시 2,000ℓ 이하 허용
4	· 허가대상 규모 · 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용	· 침출수를 폐수처리장까지 연결시 허용 · 침출수 BOD, COD, SS 20 ppm 이하 처리시설 설치시 허용	· 하수종말처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD, SS 20ppm 이하 처리시설 설치시 허용	· 허용	· 허용	이중 보호벽 시설시 3,000ℓ 이하 허용

주 1): 오수·분뇨및축산폐수처리에관한법률 제24조의2제4항(허가대상축산폐수배출시설)

3-1등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 10mg/ℓ 이하, SS 10mg/ℓ 이하, 3-2등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 20mg/ℓ 이하, SS 20mg/ℓ 이하 처리시설의 설치시 허용한다.

4등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 30mg/ℓ 이하, SS 30mg/ℓ 이하 처리시설의 설치시 허용한다.

3) 축산폐수 발생 시설

오수·분뇨및축산폐수처리에관한법률 제34조 규정에 의거 도조례를 제정하여 관리한다.

1등급과 2등급 지역에서는 전면적으로 설치를 금지시키며, 3-1등급 지역에서는 동법 제24조의2제1항에 규정하고 있는 신고대상 축산폐수 배출시설에 해당되는 규모에서 수질보전특별대책지역 등에 해당하는 규모이하로 하며, 축산폐수 무배출 자원화처리시설 설치시 시설 설치를 허용토록 한다.

3-2~4등급 지역에서는 허가대상 축산폐수 배출시설에 해당되는 규모 이하로 하며, 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용토록 한다.

4) 지하수 관정 개발

1~2등급 지역에서 전면적으로 관정 개발을 금지시키며, 3~4등급 지역에서는 제주도개발특별법 제26조 지하수개발·이용허가 등에 관한 특례에 준하여 개발한다. 또한, 기존의 관정에 대해서는 관정 보수와 보호시설을 정비하도록 한다.

5) 토지형질 변경 및 개간

일반적으로 임야 또는 초지를 개간하여 경작지로 이용할 경우 토양 유실이 20~25배로 증가하여 습골과 같은 투수성이 높은 곳으로 유입(지하침투), 용천수의 탁수 발생이 예상됨으로 투수성 지질구조 지역에 있어서는 토지를 원래 상태로 보전하거나 초지를 조성할 경우 탁수 발생량을 줄일 수 있다. 따라서 1~2등급 지역에서 전면적으로 토지형질 변경 및 개간을 금지한다.

6) 유류 저장시설

「소방법」 제15조 위험물의 저장 및 취급에 관한 규정과 동법 제17조제1항의 규정에 의한 지하탱크저장소의 위치·구조 및 설비의 기준은 제200조 내지 제207조에 규정하고 있다.

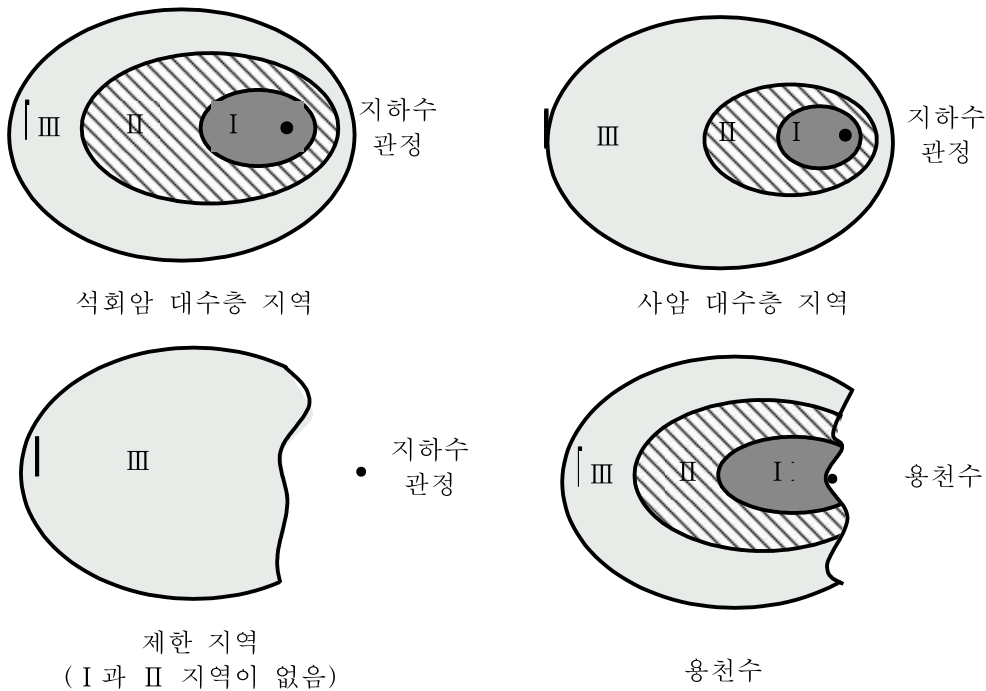
1~2등급 지역에서 전면적으로 금지시키며, 3-1, 3-2, 4등급 지역은 이중 벽 보호 시설시 각각 1,000ℓ, 2,000ℓ, 3,000ℓ 이하에서 허용한다.

3. 오염취약성 등급과 임의반경법 혼합 적용

오염취약성 등급에 의한 관리는 본 조사 지역과 같이 상수원 인접지역(Inner Zone)이 오염취약성 등급이 낮게 분포하고 있어 오폐수 발생 시설물이 설치될 경우 이로 인해 배출되는 오염물질에 대한 행위 제한이 어렵다.

또한, 외국에 있어서도 상수원 인접지역에 대해 행위 제한을 강력하게 규제하고 있으며, 독일은 상수원 인접지역의 범위를 정하는데 지하수의 유속과 지하 조건에 의해 그 경계는 변하지만 미래의 물공급을 위해 보전지역으로 결정되면 모든 행위를 금지하고 있다⁶⁾.

영국의 경우는 접근법(approach)을 이용하여 지하수 보호구역을 Zone I (취수정 주변 오염원보호구역상수원; Inner Source Protection), Zone II(외부 오염원보호구역; Outer Source Protection), Zone III(지하수함양·집수구역; Source Catchment)으로 구분하여 관리하고 있다. 특히, Zone I 범위를 선정하는데 있어서 세균의 사멸 범주에 근거하여 오염물질이 지하수원까지 50일의 이동시간과 수원으로부터 반경 50m로 최소화에 의해 정의하고 있다(Foster & Skinner, 1995). 또한, 영국에 있어서 일반적으로 오염취약성의 주요한 척도로서 포화대수층위에 있는 주요 암석층과 비포화대의 두께에 의해 수원보호구역에 대한 경계 범위가 정해지고, 이에 해당하는 토지는 매입하여 관리하고 있다^{7,8)}.



<그림 1> 등급 지역과 지하수와의 관계

또한, 각 등급 지역과 지하수 수원과의 경계 범위 설정에 있어서 4개의 유형별로 분류하여 <그림 1>과 같이 나타내었다. 이들 4개의 유형은 ①유효공극이 낮은 석회암 대수층 지역의 지하수 관정, ②유효공극이 높은 사암 대수층 지역의 지하수 관정, ③제한된 대수층 지역의 관정, ④용천수로 구분하였다.

지하수 수원으로부터 경계 범위는 그림과 같이 대수층의 유형에 따라 등급 범위가 변하고 있음을 알 수 있으며, 이들 보호지역의 실질적인 크기와 형태는 토양, 지형, 수문지질, 지하수 함양량 그리고 양수량(용출량)에 의존하여 현저한 차이를 보이고 있다.

상술한 바와 같이 상수원을 지속적으로 관리하기 위해서는 주변지역에 대한 환경 특성을 고려하여 인접지역의 범위를 설정 보호할 필요가 있다.

본 연구 대상지역 상수원 상류지역의 환경 특성에 대해서 간략하게 요약하면 다음과 같다.

첫째, 상수원 상류지역(1~3km)의 지하수위는 평균 EL.20.0m(비포화대 두께; 10.5m) 이지만 1km미만 지역의 지하수위는 평균 EL.9.59m로 얇은 층에 형성되어 비포화대 두께(3.9m)가 매우 낮은 것으로 조사되었다. 비포화대란 오염물질을 여과 혹은 걸러주는 기능의 지층이라 하는데 이 두께가 얇을 경우 오염물질이 방류되었을 때 지하수체까지 빨리 도달되고 고농도의 오염물질이 침투 가능성이 있어 비포화대가 얇은 지역일수록 철저한 보호가 요망된다.

둘째, 상수원은 해안변에서 용출되는 용천수를 사용하고 있으며, 용출지점을 지하수 관정과 비교할 때 한 지점이 아닌 여러 지점에서 용출하고 있으므로 Inner Zone의 범위를 1km 상류지역까지 선정해야 할 것으로 판단된다.

따라서, 상수원 상류지역의 환경 특성을 고려할 때 상수원의 수질·수량을 지속적으로 보전하기 위해서는 상수원에서 1km 상류지역까지는 전면 가축사육시설, 폐기물처리장, 지하수 관정 개발 등 지하수를 현저하게 오염시킬 수 있는 물질에 대한 배출시설의 설치를 금지하는 것이 바람직하다.

1) 1.0km 미만 지역의 관리 방안

(1) 폐기물 관련시설

「폐기물관리법」 제2조에 규정된 쓰레기, 오니, 폐유 등을 배출하는 시설물을 대상으로 한다. 1~4등급 지역에서는 특정수질 유해물질 발생 시설과 같이 시설의 설치를 금한다.

(2) 생활하수 발생 시설

지역주민의 일상 생활 중 필요에 의하여 설치하는 소규모 시설물로 1~2등급 지역에서는 설치를 금지하며, 3~4등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 허용한다. 특히, 서림수원 상류지역 및 주변지역에서 배출되는 오폐수에 대해 처리할 수 있도록 하수처리장을 조속히 완공시키고 이와 동시에 하수관거를 하수처리장과 연결시킬 수 있도록 하수관거시설 사업을 미리 준비해야 할 것으로 판단된다.

(3) 축산폐수 발생 시설

오수·분뇨및축산폐수처리에 관한법률 제34조 규정에 의거 도조례를 제정하여 관

리한다.

1~4등급지역에서는 전면적으로 설치를 금지시키며, 기존시설물에 대해서는 정화 시설을 보완 점진적으로 이전한다.

(4) 지하수 관정 개발

강우 후 1km이하 지역의 지하수 조사결과 평균 탁도가 매우 높은 수치를 보이고 있어 1km이하 지역에서 지하수 관정 개발은 수원지의 탁수 발생에 직·간접으로 영향을 미치는 요인으로 작용하기 때문에 1~4등급 지역에서 전면적으로 관정 개발을 금지한다. 또한, 기존의 관정에 대해서는 관정 보수와 보호시설을 정비하도록 한다.

(5) 토지 형질 변경 및 개간

임야, 초지 등을 경작지로 변경할 경우 토양 유실이 20~25배가 증가할 것으로 사료되어 1~3-1등급 지역에서 전면적으로 금지시키며, 3-2~4등급 지역에서는 부분적으로 허용한다.

(6) 유류 저장시설

「소방법」 제15조 위험물의 저장 및 취급에 관한 규정과 동법 제17조제1항의 규정에 의한 지하탱크저장소의 위치·구조 및 설비의 기준은 제200조 내지 제207조에 규정하고 있다.

1~3-1등급 지역에서 전면적으로 금지시키며, 3-2등급 지역은 이중 벽 보호시설시 1,000ℓ 이하에서 허용한다. 4등급 지역은 이중벽 보호시설시 2,000ℓ 이하에서 허용한다.

<표 3> 보전등급별 관리 방안(Ⅲ), 1.0km 미만 지역)

등급	축산폐수 발생시설	폐기물 관련시설	생활하수 발생시설	지하수 관정 개발	토지형질 변경	유류 저장시설
1	· 설치 금지 · 이전 추진	· 설치 금지	· 설치 금지	· 개발 금지	· 변경 금지	· 설치 금지
2	· 설치 금지 · 이전 추진	· 설치 금지	· 설치 금지	· 개발 금지	· 변경 금지	· 설치 금지
3-1	· 설치 금지 · 이전 추진	· 설치 금지	· 하수처리장까지 연결시 허용	· 개발 금지	· 허용	· 설치 금지
3-2	· 설치 금지 · 이전 추진	· 설치 금지	· 하수처리장까지 연결시 허용	· 개발 금지	· 허용	이중 보호벽 시설시 1,000ℓ 이하 허용
4	· 설치 금지 · 이전 추진	· 설치금지	· 하수처리장까지 연결시 허용	· 개발 금지	· 허용	이중 보호벽 시설시 2,000ℓ 이하 허용

2) 1.0~3.0km 지역의 관리 방안

(1) 폐기물 관련시설

「폐기물관리법」 제2조에 규정된 쓰레기, 오니, 폐유 등을 배출하는 시설물을 대상으로 한다. 1~2등급 지역에서는 특정수질 유해물질 발생 시설과 같이 시설의 설치를 금한다. 3~4등급 지역에서는 침출수를 하수관거를 통해 폐수처리장으로 유입시켜 처리할 수 있거나 정화처리 기준을 강화하는 경우에 부분적 허용을 고려할 수 있다.

(2) 생활하수 발생 시설

지역주민의 일상생활 중 필요에 의하여 설치하는 소규모 시설물로 1등급 지역에서는 설치를 금지하며, 2~3-1등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 허용, 3-2등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 10mg/ℓ 이하, SS 10mg/ℓ 이하, 4등급 지역에서는 하수처리장까지 하수관 연결시 또는 BOD 20mg/ℓ 이하, SS 20mg/ℓ 이하 처리 시설의 설치시 허용한다.

(3) 축산폐수 발생 시설

오수·분뇨및축산폐수처리에 관한 법률 제34조 규정에 의거 도조례를 제정하여 관리한다. 1~2등급지역에서는 전면적으로 설치를 금지시키며, 3-1등급 지역에서는 신고대상 축산폐수 배출시설에 해당되는 규모 이하로 하며 축산폐수 무배출 자원화처리시설 설치시 시설 설치를 허용토록 한다.

3-2~4등급 지역에서는 허가대상 축산폐수 배출시설에 해당되는 수질보전특별대책지역 등에 해당하는 규모 이하로 하며 축산폐수 무배출 자원화처리시설 설치시 시설 설치를 허용토록 한다. 기존 시설물도 처리시설을 보완토록 하며, 장기적으로는 점진적으로 추진하는 것이 서림수원의 상수원으로서 지속적인 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 4> 보전등급별 관리 방안(Ⅲ), 1.0~3.0km 지역)

등급	축산폐수 발생시설	폐기물 관련시설	생활하수 발생시설	지하수 관정 개발	토지형질 변경	유류 저장시설
1	· 설치금지 · 이전추진	· 설치금지	· 설치금지	· 개발금지	· 변경금지	· 설치금지
2	· 설치금지 · 이전추진	· 설치금지	· 설치금지	· 개발금지	· 변경금지	· 설치금지
3-1	· 신고대상1) 규모이하 · 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용	· 침출수를 폐수처리장까지 연결시 허용	· 하수종말처리장까지 하수관 연결시 허용	· 개발금지	· 허용	이중보호벽 시설시 1,000ℓ 이하 허용
3-2	· 허가대상2) 규모중 수질보전 특별대책지역등에 해당하는 규모이하 · 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용	· 침출수를 폐수처리장까지 연결시 허용	· 하수종말처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD, SS 10ppm 이하 처리시설 설치시 허용		· 허용	이중보호벽 시설시 2,000ℓ 이하 허용
4	· 허가대상2) 규모중 수질보전특별대책지역등에 해당하는 규모이하 · 축산폐수 무배출 자원화 처리시설 설치시 허용	· 침출수를 폐수처리장까지 연결시 허용 · 침출수BOD, COD, SS 20 ppm 이하 처리시설 설치시 허용	· 하수종말처리장까지 하수관 연결시 허용 · BOD, SS 20ppm 이하 처리시설 설치시 허용		· 허용	이중보호벽 시설시 3,000ℓ 이하 허용

주 1): 오수·분뇨및축산폐수처리에관한법률 시행령 신고대상축산폐수배출시설(제14조 관련)

2): 동법 시행령 허가대상축산폐수배출시설(제11조 관련)

(4) 지하수 관정 개발

1~2등급 지역에서는 관정 개발을 전면적으로 금지시키며, 3-1~4등급 지역에서는 제주도개발특별법 제26조 지하수개발·이용허가 등에 관한 특례에 준하여 개발한다. 기존의 관정에 대해서는 관정 보수와 보호 시설을 정비하도록 한다.

(5) 토지 형질 변경 및 개간

1~2등급 지역에서 전면적으로 금지시키며, 3-1~4등급 지역에서는 부분적으로 허용한다.

(6) 유류 저장시설

「소방법」 제15조 위험물의 저장 및 취급에 관한 규정과 동법 제17조제1항의 규정에 의한 지하탱크저장소의 위치·구조 및 설비의 기준은 제200조 내지 제207조에 규정하고 있다.

1~2등급 지역에서 전면적으로 금지시키며, 3-1등급 지역은 이중 벽 보호시설시 1,000ℓ 이하에서 허용한다. 3-2등급, 4등급 지역은 이중벽 보호시설시 각각 2,000ℓ 이하에서 허용한다.

IV. 상수원 상류지역 관리를 위한 대안 검토 및 시행 방안

1. 대안의 검토

1) 중산간지역 보전 관리 방안 수용

현재 중산간지역 관리지침으로 제정하고 있는 것을 수용하여 지하수보전지역의 각 등급별로 관리한다. 이 관리 방법은 광역적인 보전지구로 선정되므로 본 조사지역과 같이 세밀하고 국지적인 보전지구로 지정할 경우 소규모 지역에 대해 설정하기 어려운 단점이 있다.

2) 오염취약성 등급에 의한 관리 방안

오염취약성에 의한 등급별로 관리하는 경우 수리지질학적인 지식이 풍부하지 못한 지방환경부서 근무자들도 쉽게 이용할 수 있다. 상수원 인접지역(Inner Zone)의 행위 제한과 인접지역에서 발생하는 오염물질로 인해 직·간접적으로 영향을 받을 수 있는 단점이 있다.

3) 오염취약성 등급과 임의반경법을 혼합한 관리 방안

서림수원 인접지역에서 발생하는 오염물질에 대해서 예방할 수 있고, 1~3km 지역은 등급별에 의해 토지이용 관리를 효율적으로 할 수 있다. 그러나 1km미만 지역의 지하수보전지구로 지정할 경우 집행이 용이하고 지속적인 관리가 가능해지는 장점은 있으나 축산시설, 폐기물처리장, 지하수 관정 개발 등에 대해 금지되므로 지역주민의 민원을 사게되는 단점이 있다.

따라서, 서림수원의 수질·수량을 지속적이고 안정적으로 보전하기 위해서는 서림수원에서 최소한 1km 상류지역까지는 행위제한을 강화시키는 오염취약성 등급과 임의반경법을 혼합한 관리 방안을 세우는 게 바람직하다.

2. 시행방법

첫째, ‘지하수법’ 제12조 규정에 의하면, 도지사는 수량과 수질의 보전을 위하여 필요하다고 인정되는 경우 지하수보전구역을 지정할 수 있고, 동법 시행령 제20조

에는 지하수보전구역의 관리 및 행위 허가의 절차에 관해서는 지방자치단체의 조례로 정할 수 있도록 규정하고 있다.

둘째, ‘제주도개발특별법’ 제23조 규정에 의하면 지하수자원보전지구내에서는 폐기물, 오수·분뇨, 축산폐수 등을 내보내는 시설물을 설치하고자 할 때에는 도지사의 허가를 받도록 규정하고 있다. 또한 동법 제24조 규정에 의하면 중산간지역외 지역으로서 지하수 자원을 보전할 필요가 있다고 인정되는 지역에 대해서 보전지구 지정 및 행위 제한을 할 수 있다.

셋째, 가축사육시설에 대해서는 오수·분뇨및축산폐수처리에 관한 법률 제34조 규정에 의해 도조례로 제정하여 관리한다.

V. 결 언

본 연구에서는 제주도 상수원의 합리적인 보호와 사후관리를 위하여 3가지 방안을 제시하고 그 중 최적의 대안 모델로 수원을 중심으로 근거리(반경 1km 미만) 지역을 오염원 발생시설의 설치를 제한하는 지역으로 제시했다.

그러나 이 방안은 상수원 보호를 위하여 완벽한 방법이라고 할 수는 없으나 지역 주민들의 피해를 최소화할 수 있는 합리적 방안으로 제시한 것이다. 그러므로 상수원의 중요성과 이용의 안전성을 위해서는 상수원 보호구역을 더욱 확대하여 지정하는 것이 필요하다. 또 주변 지역에서 행해지는 오염원 발생 시설에 대해서도 점차 그 행위 제한을 강화해야 할 것이다.

이러한 조치는 주민들의 이해와 동의가 필요함으로 이를 실현하기 위한 몇 가지 방안들을 제시하고자 한다.

첫째, 습골주변을 원래 상태로 보전하거나 초지를 조성함으로써 탁수 발생량을 줄여나간다.

둘째, 상수원 탁수 발생에 직·간접적으로 영향을 미치는 요인으로 지적되는 관정 보호시설이 없거나 시설이 불량한 관정들을 시급히 보완하거나 보수해야 한다. 아울러 투수성 지질구조를 통한 막대한 양의 지표수가 지하로 유입되는 점과 대상 지역의 침수 피해 등을 고려할 때 배수개선 사업을 조기에 시행하는 것이 바람직하다.

배수 개선 사업을 추진하는 경우에는 침수지역, 습골 등의 분포를 고려하여 제 2의 피해가 발생하지 않도록 보다 정밀한 조사 연구를 수행한 후 시행하는 것이 바람직하다.

셋째, 장기적으로 상수원을 안정적·지속적으로 활용하기 위해서는 3km이내 지역의 축산시설에 대해서도 이전하거나 이들 시설의 오폐수 처리시설을 강화하여야 한다.

넷째, 오·폐수의 원수를 차집할 수 있는 전처리시설이 필요하므로 이에 따른 시설에 대해서 1차적으로 건설해야 한다. 그리고, 시설 중인 하수종말처리장을 조기에 완공할 수 있도록 해야한다. 이들 시설에서 배출되는 오폐수를 하수처리장에서 처리할 수 있도록 하수관거시설을 우선적으로 준비하여 하수종말처리장의 준공과 더불어 연결시켜야 한다.

다섯째, 현재 탁도를 제외하고는 다른 오염물질에 의한 오염은 없으나 향후 상류 지역의 토지이용을 효율적으로 관리하지 않을 경우, 유기물, 영양염, 농약 등 유기인계 오염물질로 인한 영향을 배제할 수 없으므로 필요한 시설을 설치하는 방안을 고려해야 한다. 이러한 방법을 택할 경우 당장 현재는 편리할지 모르지만 향후 본격적인 오염 문제가 대두될 경우 처리시설 건립 비용뿐만 아니라 오염된 물을 정수하여 마신다는 심리적인 저항 등이 예상될 수 있다.

참고문헌

1. 한국수자원공사, “제주도수자원종합개발계획수립보고서”, 건설부, 1993.
2. 고기원, “제주도의 지하수 부존특성과 서귀포층의 수문지질학적 관련성”, 부산대학교 대학원 지질학과 이학박사 학위논문, 1997.
3. 남제주군, “서림수원 보호 및 관리방안에 관한 연구”, 2000
4. 송시태, “제주도 압괴상 아아용암류의 분포 및 암질에 관한 연구”, 부산대학교 대학원 지질학과 이학박사 학위논문, 2000.
5. 제주도, “제주도 중산간지역종합조사”, 1997.
6. 김광옥, 최지용, “지하수원 보호구역의 지정에 관한 연구”, 국토연구 제22권, 1994.
7. EPA, “Guidelines for Delineation of Wellhead Protection Areas”, 1987.
8. Foster, S.S.D. and Skinner, A.C. “Groundwater protection: the science and practice of land surface zoning”, IAHS Publ. no. 225, 1995