

우수침투에 의한 지하수함양과 적용사례

배 상 근 (계명대학교 토목공학과 교수)

1. 서 론

2. 침투형 시설에 의한 지하수 함양

2.1 우물법

2.2 확수법

3. 우수침투에 의한 효과

4. 일본의 우수침투 정책과 사례

4.1 우수침투정책

4.2 우수침투 사례

5. 결 론

참고문헌

1. 서론

도시화가 진전됨에 따라 포장면적이 증가하는 등 불투수지역의 증대에 의하여 지하수 함양량이 감소함에 따라 종래의 하천 유역이 가지고있던 갈수 또는 강수시의 보수 및 저수기능이 줄어들고 있다. 또한 토지가 개발됨으로 인하여 농지나 산림지 등 침투성과 보수성이 양호한 토지 이용이 감소하여 전에는 지중에 침투하여 지하수가 되든 강우가 하천으로 직접 유출하게 됨에 따라 지하수함양기능에 변화를 가져와서 갈수기의 하천유량이 급감하였다. 갈수시의 하천유량감소는 물 이용을 더욱 어렵게하고 하천수질을 악화시키며 물 공간에 있어서의 생태계, 경관 등에도 나쁜 영향을 미치게 되었다. 경제가 성장함에 따라 물 이용이 점점 증가하고 있는 반면 수문환경은 더욱 열악해져가고 있기 때문에 수문환경 보전을 위한 대책이 필요하다. 물 수요의 증가에 대처하기 위하여 댐을 중심으로한 수자원 개발이 이루어지고 있으나 최근의 수자원 개발은 댐 등 건설적지의 감소와 개발비용의 상승 등의 문제로 인하여 점점 어려워지고 있다. 따라서 새로운 수자원 확보수단이 요구되며 그 방안의 하나로 지하수 함양량 증강을 통한 수자원개발이 고려 될 수 있다.

수자원이용에 있어서는 지하수와 하천수가 서로 보완적인 것이어서 지하수 함양량이 증강되면 하천수의 저수유량이 증가되어 갈수대책이나 댐용량의 유효한 이용이 가능하다. 유황의 변동이 크나 수량이 풍부한 하천수와 저수능력이 큰 지하수의 함양량을 증강시켜 서로 융통시키면서 운용하면 유역전체의 물을 조금이라도 더 유용하게 이용할 수 있게된다. 이와같이 하천수와 지하수를 같이 이용함으로써 물의 합리적 이용을 도모하고자 하는 것이 지하수의 함양량 증강의 주요 목적이다. 함양량 증강에 의하여 지하수를 강화시킴으로써 수자원을 보다 효용성있게 이용할 수 있는 여지가 커지게 됨으로 이에 대한 필요성이 최근에 이르러 지적(최영박, 1998; 배상근, 1999)되고 있으나 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 고에서는 지속가능한 지하수개발을 위한 합리적인 수자원이용과 열악해져가고 있는 물 순환회복에 유효한 우수침투에 의한 지하수 함양방안에 대하여 고찰하고 일본의 적용사례를 살펴보고자 한다.

2. 침투형 시설에 의한 지하수 함양

침투형 지하수 함양시설은 그림 2.1과 같이 주입정에 의한 우물법과 지표면에 근접한 곳에서 침투시키는 확수법으로 대별된다. 이들 시설의 개념도가 그림 2.2에 나타나있다.

2.1 우물법

우물법은 지하수체로의 염수 침입방지, 지반 침하대책 등에 주로 사용되며 투수계수가 크고 지하수위가 낮은 지역에 활용성이 높다. 본 기법에 의한 인공함양을 실시하는데는 대상지역의 대수층의 특성, 지질의 투수성, 지하수위, 지하수의 이용현황 등을 조사하여 우물의 구조, 함양수량, 대수층의 선택, 함양수원, 수처리법 등에 대하여 검토할 필요가 있다. 함양수의 수원은 강수, 지표수, 상수도수, 공업용수도수 등이 있으며 수온과 수질에 대해서는 사전에 조사하여 수원으로서의 적합성에 대한 검토가 있어야한다. 우물법에 의한 지하수의 인공함양을 계획할 시에는 다음 사항에 대하여 조사할 필요가 있다

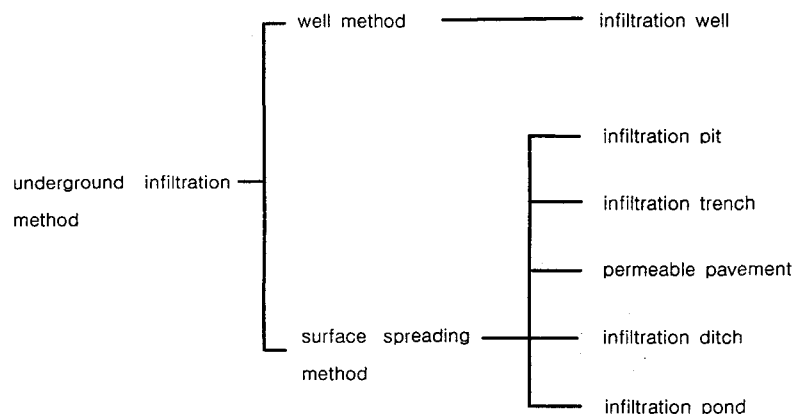


그림 2.1 침투형 지하수 함양시설의 분류

(1) 환경

대상지역의 지하수에 대한 전반적인 조사가 선행되어야한다. 조사내용은 지하수이용 현황과 지하수위의 해석으로 대별된다. 현황조사에서는 지하수이용 실태를 용도별 및 대수층별로 분석하며 인공함양의 수원이 되는 냉각 냉방배수의 실태(양, 온도, 배수시기 등)도 함께 조사한다. 지하수 수리조사에서는 측정자료를 기초로 한 지하지질, 대수층의 투수성, 지하수위의 형태, 지하수의 화학적 성질 등의 기초자료를 수집한다. 이들 두 종류의 조사결과를 종합적으로 고찰함으로써 인공함양지역의 결정을 비롯한 유익한 판단을 할 수 있게된다.

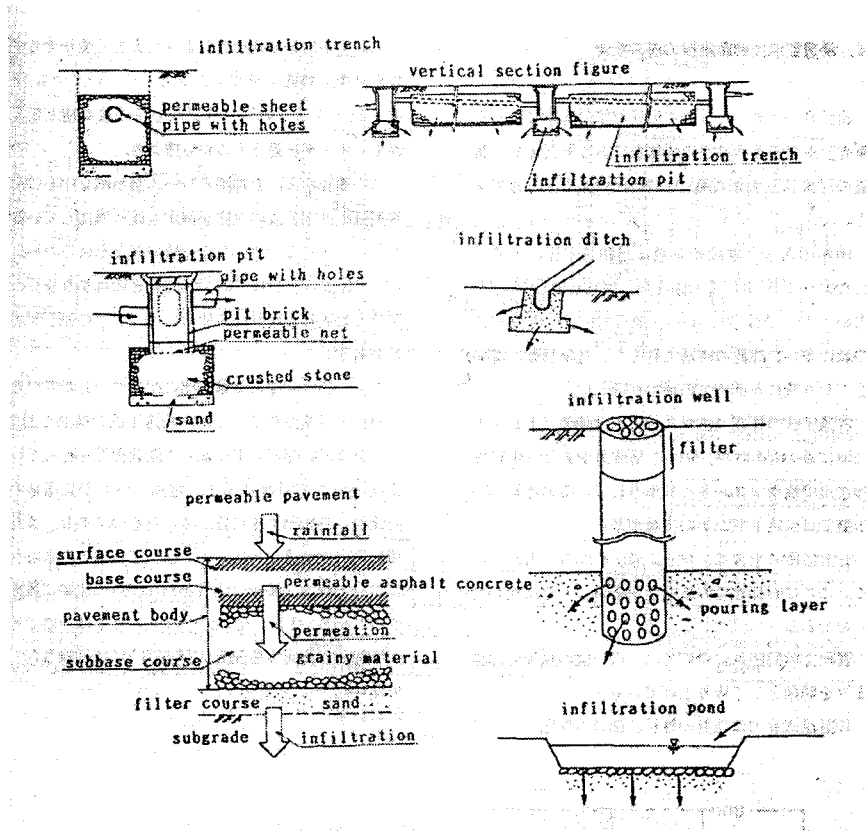


그림 2.2 지하수 함양시설 개념도

(2) 대수층

대수층이 어느 정도의 규모를 가지고 지하수위가 저하하여 있다면 주입한 물은 지하수가 된다. 함양지역에 여러 대수층이 있을 경우에는 어느 대수층이 함양하기 쉬운가에 대한 검토가 필요하다.

(3) 우물

함양우물의 배치는 함양의 목적, 함양수원의 종류 등에 의하여 결정된다. 우물의 구조는 단층 채수형으로 수위의 관측이 관의 내외에서 가능해야 한다. 스트레나의 구조는 특별히 요구되는 것은 없으나 재질이 스텔레스 일 것이 요구된다. 충전재료가 필요 할 것인지에 대한 여부가 검토 되어야 하며 만약 필요하다면 직경이 75-100mm 정도의 크기를 가진 것이 좋다.

(4) 주수

주수방법은 지표면 이상으로 수두압을 걸리지 않게하는 자연 주수법으로하나 특수한 경우에는 가압 주수법도 가능하다. 자연 주수법에서는 전용관에 의해 주수되고 이때 공기가 혼입되지 않게 유의하며 주수관의 선단은 우물내의 수면이하에 넣는다. 주수법에 의한 인공함양을 실시하는 시기는 함양수원의 종류에 따라 년중 실시하거나 계절적으로 제한하여 실시 될 수 있다.

(5) 수원

함양수의 수원은 함양에 의하여 눈막힘과 수질이나 수온에 의한 지하수오염이 발생하지 않는 것이어야 한다. 특히 눈 막힘은 함양수의 수질 수온과 밀접한 관계가 있기 때문에 수질에 대한 비교검토가 사전에 이루어져야한다.

2.2 확수법

지표함양법 또는 분산침투법이라고도 하며 지표 또는 지표 부근의 물을 침투시켜 지하수화하는 방법으로 확수시설의 차이나 침투시키는 방법과 상황에 따라 다음과 같이 분류된다.확수법 중 침투지는 설치를 위하여 넓은 면적이 필요하기 때문에 도시지역에서의 활용은 쉽지 않다. 따라서 나머지 네 가지 유형의 방법이 유역의 지하수 함양에 의한 지하수 보전대책에 널리 이용될 수 있다.

(1) 침투조법

침투조에 집수한 우수를 저면 및 측면에서 방사상으로 분산침투시키는 방법. 침투조는 쇠석을 채운 층의 위에 설치한다. 통에 유입한 우수는 통의 저면에서 쇠석층을 통과하여 지중에 침투한다.

(2) 지하매관법

지하 토양층에 유공관을 매설하여 물을 흘려 보내서 함양시키는 방법으로 대개 지하 30-60cm의 위치에 직경 38-75mm 정도의 토관을 묻어 급수한다. 본 시설은 지상의 토지 이용에 영향을 미치지 않아 용지 취득이 불필요하고 지하수 함양의 기술적으로 가장 중요한 눈막힘의 염려가 적어 대단히 유효한 지하수함양법의 하나이다(이종형, 1991).

(3) 투수성포장

우수를 직접 포장체내로 끌어와서 포장체의 저류능력과 노상의 침투능력에 의해 우수를 분산

침투시키는 포장.

(4) 수로법

인공으로 굴착한 수로로 물을 흘려보내면서 침투시키는 방법.

(5) 침투지법

인공적으로 만든 얇고 넓은 인공 저수지를 만들어 여기에 물을 담아 침투시키는 방법. 침투지의 규모는 지형, 지질, 급수량으로 결정한다. 외국의 예는 400m²-0.12km² 정도의 것이 많다(石崎와 北川, 1979).

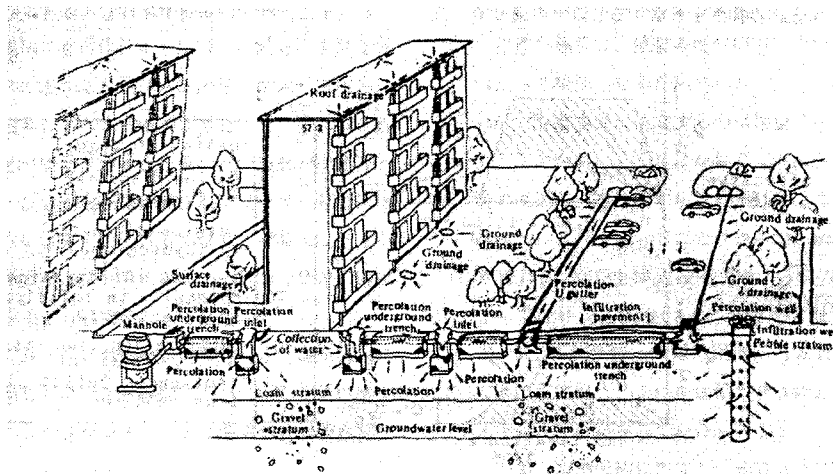


그림 3. 주택단지의 지하수함양시설 공법

침투공법은 그림 3에서와 같이 여러 가지 시설을 유기적으로 연결시키고 있다. 우수의 유하 상황을 상술하면 옥상, 도로, 녹지 등에 내린 비는 먼저 침투조에 유입한다. 이 유입수의 수량이 침투조의 침투능력을 초과하면 침투조내의 수위가 상승하여 유공관을 통하여 다음의 침투조에 유입한다. 또한 그 침투조내의 수위가 상승하면 유공관의 구멍에서 쇠석층내로 물이 유입하여 지중에 침투한다. 이때 강우초기의 우수는 탁도, 부유물 등이 많으나, 이것은 침투조내에서 침전되며 침투매관 쇠석내에는 그 위의 깨끗한 물이 유입한다. 그러기 위하여 유공관의 바닥부분에는 구멍을 내지 않는다. 본 그림에 나타낸 방법은 단독으로 사용하는 것이 아니라 개발지역의 입지특성 및 형태에 따라 시설의 이점을 살린 복합적인 이용이 필요하다.

3. 우수침투에 의한 효과

표 3.1에 우수조절로 기대되는 효과가 나타나있다. 표에서와 같이 우수조절방식은 우수저류, 우수이용과 우수침투로 나누어진다. 그 중 우수침투방식은 도시화와 개발 및 부적절한 수자원의 이용에 의하여 쇠약해져가고 있는 물순환을 회복하고 보전하는데 필요한 다양한 역할을 한다. 그 구체적인 역할로는 물공급의 안정화에 의한 수자원의 확보에서부터 수변의 경관개선 까지 중요한 역할을 하는 등 다양한 기능과 효과를 가지고있어 수문환경을 보전하는데 대단히 유용한 방법이다.

표 3.1 우수조절로 기대되는 효과

		우수조절 방식		
		우수저류	우수이용	우수침투
우수조절에 의한 효과	물공급의 안정화(물부족대응)		○	○
	수도원수의 수질보전 (하천수량의 증가, 하천수질의 유지)	○		○
	치수대책	○		○
	하천수의 일상수량 유지	○	○	○
	하천, 호소, 바다의 수질개선	○		○
	비상시의 물공급		○	○
	환경녹화		○	○
	지반침하대책			○
	지방자치, 자립	○	○	○
	기후개선	○		○
	생태계의 개선	○	○	○
	지구환경개선	○	○	○
	수변의 경관개선	○	○	○

4. 일본의 우수침투 정책과 사례

4.1 우수침투정책

일본에서는 1994년 “환경의 보전에 대하여 기본이념을 정하며 국가, 지방공공단체, 사업자 및 국민의 책무를 분명히 함과 더불어 환경보전에 관한 시책의 기본이 되는 사항을 정함으로써 환경보전에 관한 시책을 종합적이며 계획적으로 추진하여 현재 및 장래에 국민이 건강하고 문화적인 생활확보에 기여함과 동시에 인류복지에 공헌하는 것을 목적으로 한다” 는 것을 목적으로 하는 환경기본법이 제정되었다. 이 법률 제15조 “정부는 환경보전에 관한 시책의 종합적이며 계획적인 추진을 위하여 환경보전에 관한 기본적인 계획인 「환경기본계획」 을 수립해야한다”. 동법 15조 3항“내각총리대신은 중앙환경심의회 의 의견을 듣고 환경기본계획안을 작성하여 각의 의 결정을 구해야한다”는 법에 따라 중앙환경심의회가 구성되어 물환경·지반환경 보전을 위한 각종 시책이 추진되었다(中央環境審議會, 1998).

또한 물과 관련있는 6개 省廳(建設省, 國土廳, 環境廳, 厚生省, 農林水産省, 通商産業省)은 “금세기 후반 이후의 급속한 도시지역의 확대 등에 의하여 평상시의 하천유량의 감소나 수질오탁, 지하수위의 저하 등 물순환의 건전성이 훼손되고있어 21세기의 지속가능한 발전을 위해서는 건전한 물순환계의 구축이 중요한 과제이다”라는 기본적 인식하에 1998년에 「건전한 물순환계구축에 관한 관계성청연락회의」를 설치하였다. 이 회의에서 물순환계의 문제점별 주요요인과 대응책을 아래와 같이 제시하였다(健全な水循環系構築に關する關係省廳連絡會議, 1998).

4.1.1 물순환계의 문제점별 주요요인

(1) 통상시 하천유량의 감소, 물수급의 곤란, 갈수의 빈발, 갈수피해 가능성증대

- 소우화 경향, 다우·소우의 교차확대
- 유역의 함양기능, 보수·유수기능의 저하
- 각종 용수수요의 증대
- 각종 시설의 정비 등에 의한 물순환계의 변화
- 갈수에 대한 사회·경제의 탄력성 저하 등

(2) 도시형 수해의 다발, 홍수피해증대

- 도시로의 급격한 인구·산업의 집중 및 도시역확대
- 유역의 함양기능, 보수·유수기능의 저하
- 각종 시설의 정비 등에 의한 물순환계의 변화 등

(3) 비상시의 용수확보의 곤란화

- 수면·수변공간·녹지공간의 감소
- 각종 시설의 정비 등에 의한 물순환계의 변화 등
- (4) 수질오탁의 진행과 수질문제의 발생
- 수질오탁부하의 증대, 오탁물질의 다양화
- 유역내의 자연정화기능의 저하
- 안전한 물, 맛있는 물에 대한 욕구의 증대
- 지역에 대한 물관리체제의 약체화 등
- (5) 지하수위저하, 용수고갈, 지반침하
- 유역의 함양기능의 저하
- 지하수의 과잉채취 등
- (6) 도시의 열섬현상의 원인
- 각종시설의 정비 등에 의한 물순환계의 변화
- 수면·수변공간·녹지공간의 감소 등
- (7) 생태계애의 악영향
- 수질오탁부하의 증대, 오탁물질의 다양화
- 유역내의 자연정화기능의 저하
- 지역에 대한 물관리체제의 약체화
- 유역의 함양기능, 보수·유수기능의 저하
- 각종 시설의 정비 등에 의한 물순환계의 변화 등
- (8) 친수기능의 저하, 물문화의 상실
- 도시로의 급격한 인구·산업의 집중 및 도시역확대
- 수면·수변공간·녹지공간의 감소
- 수질오탁부하의 증대, 오탁물질의 다양화
- 지역에 대한 물관리체제의 약체화
- 각종 시설의 정비 등에 의한 물순환계의 변화 등

4.1.2 물순환계의 문제점에 대한 대응책

- (1) 유역의 저류침투·함양능력의 보전·회복·증진
- 산림의 적정관리에 의한 수원함양기능의 유지·향상
- 농지의 적절한 보전·정비·이용에 의한 자연순환기능의 유지증진
- 도시역에 대한 녹지의 보전·정비

- 하천호안 등의 재자연화에 의한 침투능력증진
- 우수저류침투시설의 정비 등
- (2) 물의 효율적 활용
 - 절수, 물이용의 합리화
 - 우수의 유효이용, 하수처리수 등의 재이용
 - 공업용수의 회수이용의 추진
 - 하수처리수 등의 하천환원
 - 유역을 변경하는 상호 물 운용
 - 용도간의 물 전용
 - 이상갈수시의 원활한 물 유통
 - 재해시 등에 대비한 가까운 수원의 정비와 용수공급시스템의 확보
 - 기존시설의 기능유지·향상
 - 자연·사회사정의 변화에 대응한 수자원개발
 - 지하수이용의 적정화와 대체수원의 확보 등
- (3) 수질의 보전·향상
 - 수질오탁부하의 발생원 대책의 추진
 - 오수처리시설의 정비촉진, 고도처리의 추진
 - 생활배수부하를 억제하기 위한 주민에 대한 지원
 - 비특정오염원대책의 추진
 - 산림, 농지, 수역의 보전·정화기능의 유지·향상
 - 공공용수역 및 지하수의 직접정화대책의 추진
 - 수도의 고도정수처리
 - 취배수지점의 재편 등에 의한 취배수시스템의 최적화
 - 유해화학물질 등의 모니터링과 조사연구의 추진 등
- (4) 수변환경의 향상
 - 도시역, 취락내의 수면확보
 - 하천·수로 등의 유지유량, 환경용수의 확보
 - 수변의 보전·정비
 - 환경과의 조화를 배려한 시설정비 등
- (5) 지역만들기, 주민참여, 연계의 추진
 - 치수·우수대책과 홍수피해를 확산시키기 어려운 지역만들기 등의 추진

- 농업용수로 등의 환경보전을 위한 지역의 대응촉진
- 유역내의 각종 주체간이나 상하류의 연계·협력, 주민주체적사업의 촉진
- 물문화의 보존, 재생, 창출 등

4.2 우수침투 사례

동경도의 世田谷區는 도시화가 진행됨에 따라 野川에서 수질오염이 심해져서 1970년대에 BOD가 20mg/ℓ를 초과하게 되었다(동경도 환경보전국, 1993). 이와 같이 수질이 악화한 것은 하수도의 정비가 불량한 것이 주 원인 이기는 하였으나 도시화에 의하여 불투수지역이 확대됨으로 인하여 野川에 유입하는 용출수량이 감소한 것도 하나의 원인이 되었다. 이에따라 동경도 수변 환경계획, 동경도지하수보전 가이드라인(동경도 환경보전국, 1994) 등에 용출수준을 보존하고, 또한 우수의 지하침투를 증대시킴으로써 용출수 발생지역의 회복, 용출수량의 증가를 가져오게 하여 하천의 평상시 유량을 확보한다는 방안이 수질개선 정책의 하나로 제시되었다. 또한 환경문제에 대하여 일반인의 관심이 증대됨에 따라 野川 주변 지자체에는 물에 관심을 가진 시민 단체가 여럿 조직되어 용출수의 부활이나 수변환경의 보전에 적극 참여하고있다(鏑山과 若林, 1991). 世田谷區에서는 지하수와 용출수의 보전과 부활을 위하여 우수침투조에 의한 우수의 지하수함양을 시작한지 약 30년의 세월이 경과하였다. 이기간 중 野川유역에서는 世田谷區 뿐만아니라 武藏野市, 小金井市, 三鷹市, 白子川유역의 練馬區 그리고 松戶市 등의 지역에서 우수침투조를 설치하였으며 전국의 도시지역으로 시설설치의 보급이 확대되었다. 그렇게된 배경에는 지방자치단체 자체의 사업계획이나 조성제도의 정비, 침투시설 자체의 개선과 간략화, 설치비의 저렴화 등이 있었다. 지자체의 사업으로 우수침투조를 설치하는 경우는 공공용지나 법인기관의 시설이 많고 설치시 보조금을 지급하는 조성제도에 의하여 설치하는 경우는 일반적으로 개인주택이나 집합주택을 대상으로 하는 예가 많다. 침투시설의 종류와 조성방법, 설치지침이나 요강 등의 내용은 지자체에 따라 다르나 다음과 같이 요약할 수 있다.

4.2.1 침투시설의 종류

일본에서 일반적으로 도로, 운동장, 공원, 나지 등에 설치되는 침투시설종류로는 투수성포장, 침투성측구, 침투조, 침투트렌치(유공관 병용 포함) 등이 있다. 이들은 침투효율이나 방재상 지형, 지질, 주변의 토지조건을 고려하여 단독 또는 조합하여 사용된다. 동경도 도시계획국이 행하고 있는 유출억제를 목적으로 한 토목사양(도와 시가 경비를 절반씩 부담하여 1985년 이전에 건설된 건조물을 대상으로 전액 설치비 보조, 신축가옥은 자가부담)은 규모가 크게되어 환경보전국이 國分寺市 등에 행하고있는 환경보전 목적의 사양은 소규모로 되는 경향이 있다. 한편 설치

경비에 대하여 침투조를 예로들면 1기당 전자의 경우는 대구경 유공관 트렌치, 침투성시트 병용형의 경우가 많아 약 20-60만엔, 후자의 경우에는 소형 침투조 단독의 경우 약 3-6만엔, 소구경 유공관이 매설된 침투트렌치를 침투조에 연결하면 1m당 약 3만엔씩 가산되었으며 동경도와 世田谷區가 설치경비 전액을 부담하기도 하였다. 위와같은 상황에서 실시된 1995년 말 현재의 사업실적은 三鷹市는 침투조 743기, 합계 24,400기, 침투트렌치 327m, 世田谷區후자는 침투조 2,963기, 침투트렌치 1,808m 이다. 世田谷區의 경우 이외에도 지하수용출수 보전기본계획이 있어 우수침투시설 설치사업 요망에 따라 침투조 등이 281건(침투조 860기, 트렌치 70m)이 설치되었다. 위의 두 시 이외의 지역에서도 이와유사한 실적이 있으며 만약 년 1500mm의 강수량이 발생할 경우 지붕면적 160㎡의 가옥에 우수침투조 3기를 설치함으로써 1기당 약 60㎡/년의 우수에 의한 지하수함양효과가 기대된다.

4.2.2 우수침투조의 구조

일본에서 사용되고 있는 우수침투조의 종류는 설치되는 장소에 따라 원형(그림 4.1), 사각형, 측벽이 다공질 등 여러종류가 있으나 대표적인 것으로 世田谷區에서 권장하고 있는 침투조 모

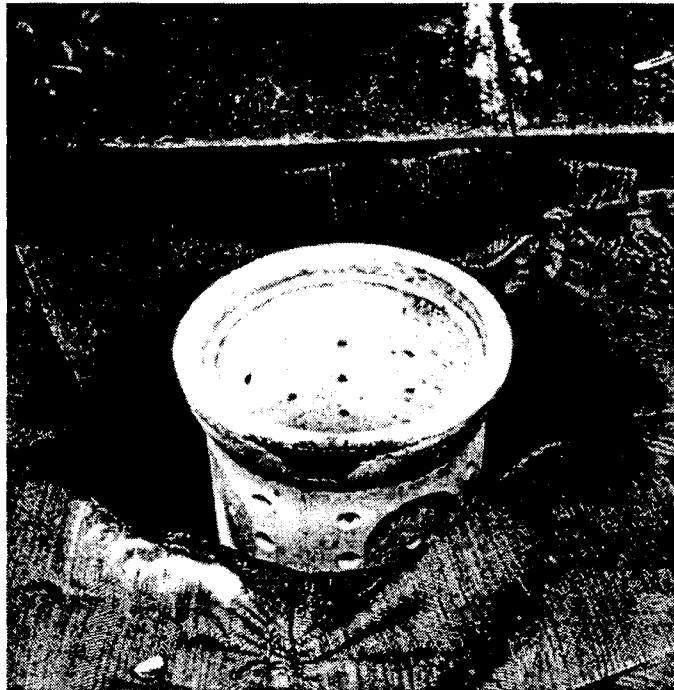


그림 4.1 원형 우수침투조

형의 구조는 그림 4.2와 같다. 구조는 일반적으로 깊이 70-150cm, 직경 또는 1변이 50-70cm의 공간에 투수성 시트를 깔고 직경 3-4cm의 자갈(때로는 모래, 숯, 화학섬유를 병용)을 충전한다. 그 안의 중심부에 침투조를 설치한다. 침투조를 여러개 설치하는 경우 각각의 침투조를 자갈이 충전된 침투성 트렌치로 연결한다. 설치후의 관리는 그렇게 필요하지 않으나 2-3년에 한번씩 침투조의 내부를 물로 청소함으로써 눈막힘을 제거하며 투수효율의 저하를 예방하고 측벽이 투수성이 아닌 침투조의 경우는 침투조내에 충전된 자갈이나 모래를 씻음으로써 밑바닥으로 부터의 침투가 촉진되게 하는 등 조금의 노력으로 침투조의 성능을 지속할 수 있다.

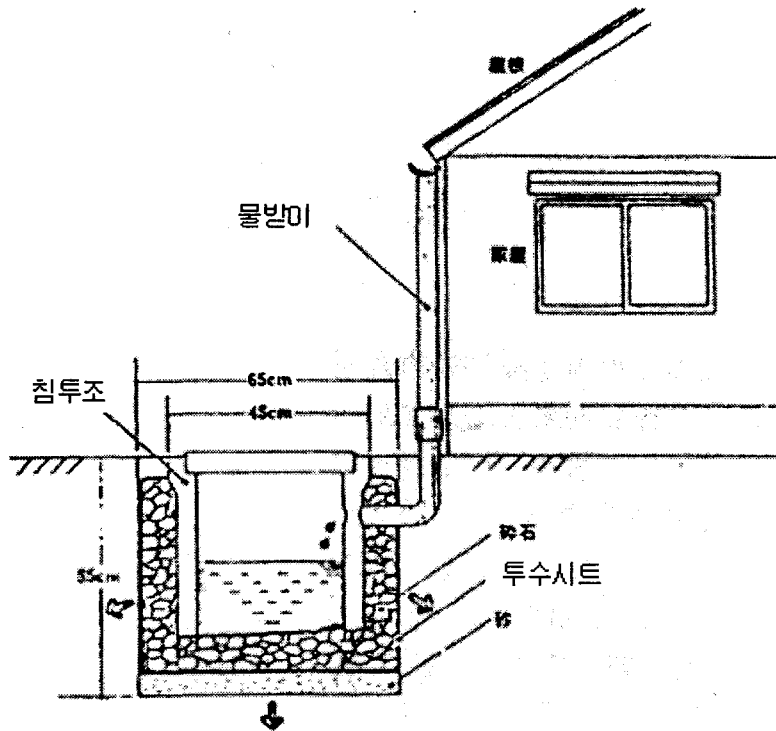


그림 4.2 주택지에 설치되는 우수침투조

동경도 이외 지역의 예 중 熊本市에서는 비닐하우스에 그림 4.3과 같이 우수침투조를 설치하는 경우에 비용의 9할의 부담금을 보조하는 제도를 시행하고 있다.

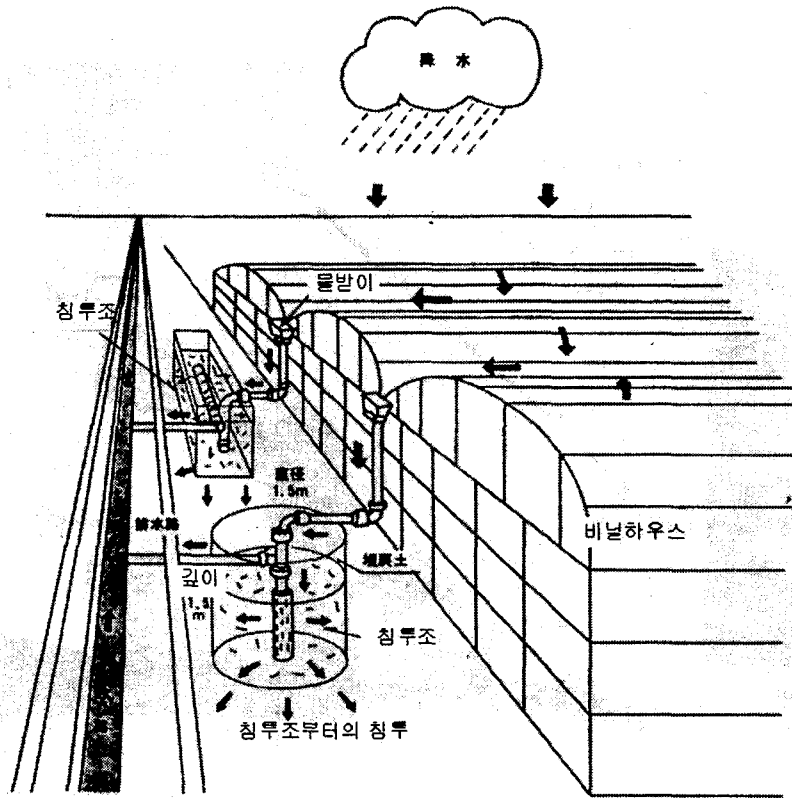


그림 4.3 熊本市에서 채택하고 있는 비닐하우스의 우수침투조

요코하마시에서는 토지소유자와 사용계약을 맺고 시민의 숲 등의 지정을 하든가 개발시에 녹지보존에 관한 협정을 맺어 우수함양에 기여하고 있다(그림 4.4). 1994년부터 행정, 지주 및 시민이 연계하여 요코하마의 산림육성사업이 전개되어 시민에 의한 산림관리작업, 포럼의 개최 등이 행해지고 있다.

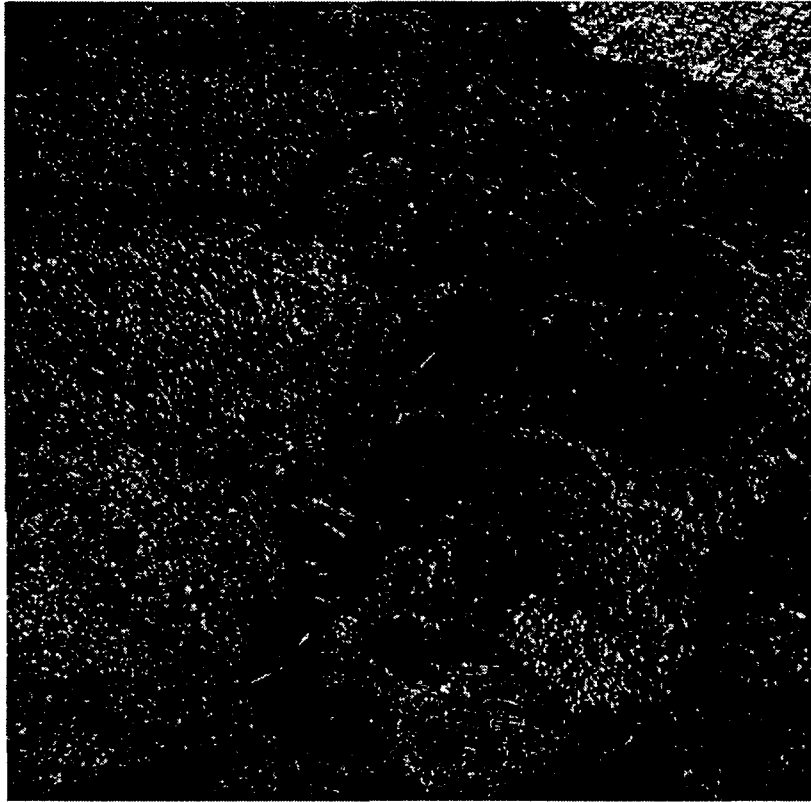


그림 4.4 요코하마 市の 시민의 숲

5. 결론

지속가능한 지하수개발과 수자원확보를 위한 방안으로 우수침투에 의한 지하수 함양량 증강에 대하여 고찰하고 일본의 사례에 대하여 살펴보았다. 개발에 의하여 증가하는 불투수지역으로 인하여 감소하는 지하수 함양량을 자연상태로 회복시키고 과잉양수 등으로 인하여 발생하는 지하수장해를 방지하고 자연함양량을 상회하는 적극적인 이용과 지하수를 영구적으로 안정된 수원으로 이용하기 위하여서는 지하수함양의 증강을 행하여야한다. 지하수 함양을 증강시킴으로써 지하수재해의 예방과 지하수위회복을 통한 지하수보전에 의하여 지하수이용을 가능하게 할 뿐만아니라 수자원이 보전되어 수자원을 보다 효율성 있게 이용하고 관리 할 수 있으며 치수 측면에서도 대단히 효율성이 높게된다. 지하수함양의 증강은 그 토지의 지하수 상태에 적합한 방법을 사용함으로써 최대의 효과를 올릴 수 있다. 함양증강책을 검토하기 위해서는 자연함양량을 추정하고 광범위한 지역에 걸쳐 장기간의 실험이나 관측을 행함과 동시에 함양증강에 적합한 지역의 선정이나 실시한 경우의 가능성이나 영향에 대해서도 조사 연구할 필요가 있다.

공업화에 따른 인구의 도시집중에 의하여 발생하는 물 순환기구가 수자원 이용을 불리하게 하고 있으며 수자원의 개발 및 이용 상황이 어려워져가고 있기 때문에 지하수 함양량 증강에 의한 수자원개발과 보전이 자연의 물 순환시스템을 재생하기 위한 수단으로써의 역할이 대단히 크며 유용하기 때문에 장래의 이수 및 치수상 유익한 희망이 될 것이다. 따라서 지하수 함양량 증강에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 수자원의 보전과 그의 유효이용에 의한 수자원문제 해결이 합리적으로 될 수 있어야겠다.

일본에서는 우수침투시설에 대한 효율성을 인정하고 정책적으로 시설의 설치에 대하여 뒷받침하고 있으며 전국적으로 우수침투시설을 설치하여 효과를 얻고 있다. 우수침투시설에 의한 우수의 지하침투촉진책은 치수, 이수, 환경보전, 환경재생 등의 다양한 사업목적에 적절한 효과가 광역에 걸쳐서 기대됨으로 사업의 지속성과 광역화의 노력이 있으면 도시지역의 물환경의 소생이 가능하게 됨으로 이를 위한 정책의 수립과 지속성이 필요하다. 침투조의 설치, 보급에 있어 중요한 것은 주민의 이해와 협력을 얻어야한다. 이를 위해서는 공사비를 절감할 것과 적절한 지역적 배분, 수질적으로 만족가능한 우수를 가능한 한 많이 지하에 침투시키는 것이 요구된다. 이는 도시지역의 지하수, 하천 등의 수변환경, 도시환경을 회복시키기 위하여 불가결하다.

참고문헌

- 배상근 (1999). "지하수 함양량 증강 방안". 한국수자원학회지, 제32권, 제6호, pp. 38-44.
- 이종형 (1991). "지하매관을 이용한 지하수함양연구," 박사학위 논문, 충북대학교 대학원.
- 최영박 (1998). "석금의 물난리와 물부족에 대한 반성과 대책: 무인 대홍수(1998.6-8)에 제하여". 한국수자원학회지, 제31권, 제6호, pp. 10-17.
- 石崎勝義, 北川明 (1979). "地下水の人工涵養." 地下水ハンドブック, 建設産業調査會, pp. 1279-1310.
- 東京都環境保全局 (1993). 東京都水邊環境計劃. 東京都情報連絡室.
- 東京都環境保全局 (1994). 東京都地下水保全ガイドライン. 水質保全部水質規制課.
- 鏑山英次・若林高子 (1991). "生きている野川". 創林社.
- 健全な水循環系構築に関する関係省廳連絡會議 (1998). 자료
- 中央環境審議會 (1998). 자료
- 環境基本法 (1994). 법률