

지속적인 물자원리용을 위한 비물리용계획작성방법

김성일, 김철우

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《지금 세계적으로 물문제가 심각한 문제로 제기되고있습니다. 우리 나라에서도 지각 변동이 있어 그런지 물줄기들이 점차 적어진다고 합니다. 우리는 지금부터 물을 아껴써야 하며 물원천을 적극 보호하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제21권 194페이지)

현재 기후변화로 인한 강수량의 감소, 오수와 폐수에 의한 물오염에 대처하여 세계적으로 비물이 가장 중요한 물자원중의 하나로 인정되고 지속적인 물자원리용에서 비물자원의 개발리용이 매우 중시되고있다.[2-4]

론문에서는 지역물자원을 지속적으로 리용하는데서 나서는 중요한 문제의 하나인 비물자원개발리용계획작성방법에 대하여 고찰하였다.

1. 비물리용계획작성원칙과 절차

1) 비물리용계획작성원칙

- ① 비물자원을 최대한으로 리용할수 있도록 하여야 한다.
- ② 농업부문에서 가물의 피해를 받지 않도록 하여야 한다.
- ③ 물리용부문 및 련관부문들의 특성과 발전방향을 충분히 고려하여야 한다.
- ④ 지역의 특성에 맞게 비물자원이 여러 부문에 효과적으로 리용되도록 하여야 한다.
- ⑤ 비물자원개발리용이 물자원의 종합적리용에 부정적영향이 없도록 하여야 한다.

2) 비물리용계획작성절차

(1) 비물집수리용체계를 구성하기 위한 령역을 설정하고 구획화한다.

① 비물집수리용체계구성을 위한 령역은 해당 지역의 생산력배치실태와 국토건설총계획자료에 근거하여 비물자원을 집중적으로 개발하는데 유리한 지역과 물수요대상들이 집중적으로 분포되어있는 지역을 포괄하여 설정한다.

② 비물집수대상과 수요대상과의 련관에 유리하게 하나의 완결된 비물집수리용체계를 구성할수 있는 구역별로 구획화한다.

(2) 대상지역의 물리용실태를 조사장악하고 비물자원량과 부문별물수요량을 평가한다.

- ① 현존 물수요대상들의 분포특성과 물소비량을 조사장악한다.
- ② 전망 물수요대상들의 분포특성과 물요구량을 타산한다.
- ③ 비물자원개발가능량을 타산한다.

(3) 비물자원의 개발가능량과 물수요량과의 바란스를 작성한다.

물바란스작성지점은 비물의 집수, 저장, 리용이 하나의 체계를 이루는 비물집수리용체계를 단위로 한다.

물바란스를 작성할 때 다음과 같은 조건들을 고려하여야 한다.

① 공업용수가운데서 세척용수는 완전히 소비되는것으로, 댕각용수는 10~15%정도 소비되는것으로 한다.

② 생활용수는 급수량의 20%가 완전소비되는것으로 한다.

③ 관개용수는 지대조건과 토질에 따라 60~70%가 완전소비되는것으로 한다.

(4) 비물집수대상과 수요대상들의 분포특성, 비물자원량과 수요량간의 바란스조건에 맞게 합리적인 비물집수리용체계를 구축하고 비물리용시설배치계획을 작성한다.

① 건물지붕면, 도로나 광장포장면, 인공적으로 다진 바닥면을 리용한 비물집수리용체계 등 해당 지역의 비물집수대상과 수요대상들의 분포특성, 비물자원량과 수요량간의 바란스조건에 맞게 합리적인 비물집수리용체계를 구축한다.

② 구축된 비물집수리용체계의 특성에 맞는 비물리용시설들을 규정하고 배치하기 위한 세부계획을 작성한다.

2. 비물리용계획작성방법

비물리용계획은 건물지붕이나 록지, 광장 등에 떨어지는 비물을 저장하여 리용하기 위한 계획으로서 구체적으로는 비물리용시설들에 대한 배치계획에 귀착된다.

1) 비물리용시설의 구성

비물리용시설은 크게 집수시설, 초기비물처리시설, 비물저장시설, 비물처리시설, 급수 및 배수시설 등으로 구성된다.

집수시설은 집수관, 지붕배수체계, 수채식물받이 등 집수면에 내리는 비물을 보다 효과적으로 모으기 위하여 리용되는 시설을 말한다.

초기비물처리시설은 비가 내리는 초시기 집수면으로부터 흘러드는 오염도가 높은 비물을 처리하는 시설이다.

비물저장시설은 집수한 비물을 용도에 맞게 적합한 용량으로 저장하는 시설이다.

비물처리시설은 용도에 적합한 수질을 보장하기 위하여 려과, 소독 등의 방법으로 비물을 처리하는 시설이다.

급수 및 배수시설은 저장한 비물을 리용장소로 보내거나 안전상리유로 하여 하천 또는 하수도로 방류하는 시설이다. 급수 및 배수시설에는 유지관리의 편리성을 보장하기 위하여 비물리용시설의 계측 및 조종장치가 포함된다.

2) 계획작성단계

① 비물리용시설계획작성을 위한 검토조건을 파악한다.

비물리용시설을 선정할 때에는 비물리용목표에 따르는 기능, 기상조건, 비물리용시설의 규모, 비물집수면, 비물과 다른 물자원과의 련관성, 비물리용의 경제적조건, 비물리용시설의 유지관리측면 등을 검토하여야 한다.

② 비물리용시설을 계획한다.

해당 지역의 기상조건과 목표기능에 적합한 비물집수 및 저류침투체계를 구축한다.

각 단위공정의 세부사항(비물저류시설의 용량과 비물집수면적, 침투시설용량 등에 대한 최적조건)을 결정한다.

③ 계획이 세워진 다음에는 이에 기초하여 실시 시공에 필요한 각 단위공정에 대한 도면을 만드는 설계단계를 거친다.

④ 설계가 완성되면 비물리용시설공사를 계획한다.

⑤ 비물리용시설의 운영 및 유지관리계획을 작성한다.

3) 계획작성내용

비물리용시설을 계획할 때에는 지역의 기상조건, 토지이용특성, 용수이용상태, 비물집수면조건 등 대상지역의 특성을 고려한 종합적인 판단을 통하여 계획을 세워야 한다.

비물리용시설의 구체적인 계획작성내용은 다음과 같다.

(1) 기후조건고려

비물리용시설을 계획할 때에는 기온, 강우, 증발량 등의 기후조건을 고려하여야 한다.

기온은 계절적으로 주기성을 가지며 물사용량과 밀접한 관계가 있으므로 계절별로 기온의 특성을 고려하여야 한다. 특히 겨울철인 경우에는 녹거나 얼음이 지는 특성을 고려하여야 한다.

강우자료는 년도별로 차이가 있기때문에 대상지역과 가까운 지역의 10년이상의 자료를 리용하여 풍수년과 갈수년의 특성을 파악하는것이 좋다.

비물을 소하천, 련못, 분수 등에서와 같이 순환리용하거나 관수하는 경우에는 증발로 인한 손실량을 고려하여 리용량을 정하여야 한다.

(2) 계획대상지역의 특성고려

비물리용시설을 계획할 때에는 립지조건뿐만아니라 지형, 지질조건 등도 고려하여야 한다.

립지조건에는 지역구분(도시, 농촌, 섬지역 등), 지난 시기의 가물 또는 침수피해정형, 방류하천계획, 하수도계획, 생태환경, 자연경관자원 등이 포함되며 지형, 지질조건에는 해발높이, 경사도, 토질, 지하수위 등이 포함된다.

비물리용시설을 계획할 때에는 도시, 농촌, 섬지역 등 지역의 특성을 반영하여 세워야 한다.

비물리용시설을 계획할 때에는 대상지역이 지난 시기에 입은 가물피해와 침수피해정형을 조사한데 기초하여 비물저장용적을 고려하고 비물리용시설들을 추가적으로 계획하여야 한다.

비물을 리용시설로부터 하천이나 하수도로 방류하는 경우에는 하천 및 하수도계획을 검토하고 하류지역의 물관리능력에 지장이 없도록 하여야 한다.

해발높이가 낮은 지역은 중력에 의한 자연물흐름을 확보할수 있는가를 검토하고 어려운 경우에는 별도의 급수동력을 확보하여야 한다.

경사가 급한 지역은 집수면으로부터 흙과 모래 등의 불순물이 섞일수 있으므로 류출속도의 지연방안을 검토하여야 한다.

비물리용시설을 건물의 외부나 록지에 설치하는 경우, 치수대책으로 비물을 지하로 침투시키는 경우에는 대상지역의 토질 및 지하수위를 조사하여 목적인 침투능력을 확보할수 있는가를 검토할 필요가 있다.

(3) 토지리용특성의 고려

비물리용시설을 계획할 때에는 살림집구역, 상업 및 공업구역, 공원 및 녹지구역 등 대상의 토지리용계획에 따른 용지 및 용수확보, 물사용상태 등을 고려하여야 한다.

살림집구역에서는 비물을 청소를 비롯한 유지관리용수와 경관풍치용수로 리용하며 건물의 지붕, 벽면, 도로 등에서 비교적 적합한 수질을 가진 비물을 확보할수 있다.

상업구역에서는 청소 및 경관풍치용수로뿐만아니라 위생실용수로도 리용할수 있다.

공업구역에서는 공업용수 등으로 비물을 리용할수 있지만 상대적으로 높은 수질을 보장하여야 하는 조건으로 하여 수질개선 및 관리비용이 많이 들수 있는것을 타산하여야 한다.

공원 및 녹지구역에서는 비물을 청소용수, 관개용수, 경관풍치용수로뿐만아니라 침수피해방지, 물순환개선 등의 목적으로도 리용할수 있다.

(4) 비물리용용도와 사용량의 결정

① 비물리용용도

일반적으로 비물자원의 특성으로부터 비물의 리용분야를 생활용수, 도시경영용수, 공업용수, 농업용수로 나눌수 있다.

생활용수에는 위생실세척용수, 세탁용수, 난방 및 랭풍용수가 포함되며 도시경영용수에는 도로청소용수, 녹지관수용수, 경관풍치용수가 포함된다. 공업용수에는 랭각용수와 보이라용수, 원료세척용수가 포함되며 농업용수에는 관개용수와 축산용수가 포함된다.

이처럼 비물은 여러가지 용도에 리용할수 있기때문에 각이한 용도에 따라 사용 및 관리에 필요한 량을 검토하여야 한다.

② 비물사용량계산[1]

비물사용량은 비물리용용도에 따라 월별사용량을 총합하는 방법으로 계산한다.

$$W_d = \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^n D_{ij} \quad (1)$$

여기서 W_d 는 연간 총비물사용량, D_{ij} 는 용도별, 월별비물사용량(m^3), n 은 비물리용부문의 개수이다.

(5) 목표효률의 결정

비물리용시설의 목표효률은 비물리용률과 상수대체를 등을 계산하여 경제적인 규모로 결정한다.

비물리용시설을 리용하는 경우 집수면으로부터 집수할수 있는 비물의 량에 대한 비물급수량의 비율인 비물리용률, 전체 사용량에 대한 비물급수량의 비율인 상수대체를 등을 계산하여 경제적인 규모로 비물관리목표량을 계산한다.

$$P_{리} = \frac{W_{급}}{W_{집}} \quad (2)$$

여기서 $P_{리}$ 는 비물리용률, $W_{급}$ 은 비물급수량, $W_{집}$ 은 비물집수가능량이다.

$$P_{대} = \frac{W_{급}}{W_{사}} \quad (3)$$

여기서 $P_{대}$ 는 상수대체를, $W_{사}$ 는 전체 사용량이다.

(6) 비물집수량 및 집수탱크용적계산

① 비물집수량계산

비물집수량은 각이한 특성을 가진 지표면의 류출결수를 고려하여 다음과 같이 계산한다.[1]

$$W_c = 10^{-3} \cdot \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^n R_i \cdot S_j \cdot \phi_j \quad (4)$$

여기서 R_i 는 i 월 평균강수량(mm), S_j 는 j 비물집수구역면적(m^2), ϕ_j 는 비물집수구역의 류출결수이다.

비물집수량계산에서는 집수면의 량적인 측면과 함께 질적인 측면도 고려하여야 한다.

량적인 측면에서는 집수면의 종류와 표면의 거친 정도에 따라 류출결수에서 차이가 있으며 집수가능량에 영향을 미친다. 집수면의 류출결수는 표면의 형태뿐만아니라 경사도, 록화조건, 포장면의 종류, 배수시설과의 련결 등 다양한 조건의 영향을 받는다.

질적측면에서는 기본적으로 오염물질이 많지 않은 면을 사용하는것이 좋으며 용도에 맞는 수질로 정화하기 위한 설비들을 설치하여야 한다.

② 비물집수탱크용적계산

비물집수탱크설계용적은 비물집수구역에서의 비물집수량과 비물리용부문에서의 비물수요량과의 물바란스방정식에 의하여 계산할수 있다.[1]

(7) 초기비물처리기술결정

비물리용시설을 계획할 때 대상지역의 특성에 따라 오염도가 높은 초기비물에 대한 처리방법을 정하여야 한다.

집수한 초기의 비물은 일반적인 비물의 수질과 비교할 때 오염물질의 농도가 높다. 그것은 대기중이나 집수면의 오염물질이 초기에 씻겨내려오기때문이다.

특히 도시지역에서는 배기가스로 인하여 아류산가스, 질소산화물 등 유해물질이 비물속에 용해되어 섞이게 된다. 또한 조류나 설치류에 의하여 집수면이 오염될수 있다.

비가 내리지 않는 기간이 길 때에는 비물오염도가 상당히 높기때문에 초기에 흘러드는 비물은 저장시설에 저장하지 않고 버리거나 처리하여 저장하여야 한다.

초기비물을 집수하지 않는 방법에는 류량계를 리용하는 방법, 분리장치를 리용하는 방법, 띄우개를 리용하는 방법이 있다.

초기비물을 집수하지 않고 버리는 방법과 함께 처리기능을 추가하여 오염농도가 높은 초기비물을 처리하는 장치도 리용되고있다.

(8) 비물처리방법선택

비물리용시설을 계획할 때에는 용도에 따라 수질에 맞고 유지관리를 쉽게 할수 있는 처리방법을 선택하여야 한다.

비물은 생활용수, 경관용수, 농업용수 등 상수정도의 수질이 요구되지 않는 곳에서는 그대로 리용할수 있지만 다른 용도에 리용하는 경우에는 적합한 수질로 처리하여야 한다.

비물처리는 크게 침전, 려과, 소독 등의 순차로 진행한다.

침전은 중력침전에 의하여 비물에 포함되어있는 흙과 모래 등의 물질을 제거하는 공

정이다. 이러한 물질을 제거하지 않으면 비물저장탱크를 자주 청소하여야 하며 수질에도 영향을 줄수 있다.

그러므로 초기비물을 집수하지 않고 버리거나 비물저장탱크의 앞에 침전탱크를 설치하는것이 좋다.

침전탱크를 따로 설치하지 않고 비물저장탱크의 내부에 격벽을 설치하거나 비물저장탱크를 여러 단으로 설치하는 방법으로 침전탱크를 만들어놓을수도 있다.

이와 같은 방법으로 침전탱크를 설치하는 경우에는 비물저장탱크의 밑면을 경사지게 하여 침전물의 집수와 관리를 쉽게 할수 있게 하는것이 좋다.

집수면에 따라 비물에 먼지나 동물의 배설물, 토양립자, 비료성분 등이 섞일 가능성이 높다.

(9) 기타 고려사항

비물리용시설을 계획할 때에는 물원천, 동력원천과 같은 사항들도 고려하여야 한다.

비물을 용도에 따라 급수하려고 할 때 강우량의 부족으로 비물저장시설이 비는 경우에 대처하여 상수, 지하수 등 기타 물원천을 리용하거나 밸브 등을 리용하여 급수방법을 전환할수 있도록 하여야 한다.

비물리용시설을 설치할 때에는 될수록 자연적인 물흐름을 리용할수 있도록 하며 조건에 따라 태양빛, 풍력 등 자연에너지기를 리용할수 있게 하는것이 좋다.

저장탱크의 비물을 급수하거나 탱크를 청소하기 위하여 펌프를 사용하는 경우에는 충분한 동력이 보장되도록 하여야 한다.

$$L = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta_m \cdot \eta_p} \quad (5)$$

여기서 L 은 펌프의 소비전력(kw), γ 는 비물의 비중(9.8kN/m^3), Q 는 펌프의 순간양수량(m^3/s), H 는 펌프의 총수, η_m 은 전동기의 효율, η_p 는 펌프의 효율이다.

맺 는 말

물자원을 지속적으로 리용하기 위하여서는 해당 지역의 특성에 맞는 비물집수리용체계를 세워 비물자원을 효과적으로 리용하여야 한다.

비물리용계획은 해당 지역의 상수 및 하수체계를 충분히 고려하여 작성하여야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 63, 10, 168, 주체106(2017).
- [2] S.V. Ngachan; ICAR Research Complex for NEH Region, Springer, 103~145, 2015.
- [3] 张光辉 等; 水土保持通报, 17, 7, 102, 1997.
- [4] 吴佩玲 等; 农林学报, 63, 1, 25, 2014,

A Method of Drawing up Rainwater Use Planning for Sustainable Water Resources Utilization

Kim Song Il, Kim Chol U

We studied a method of drawing up rainwater use planning. The rainwater use planning should be made out after due consideration of waterworks and drainage systems.

Key words: rainwater, water resources, planning