

지속적인 물자원리용을 위한 비물자원개발리용에서 나서는 몇가지 문제

김 철 우

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

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

비물은 물자원의 주요원천이며 기후변화로 인한 강수량의 감소와 오수, 폐수에 의한 물 오염에 대처하여 지속적인 물자원리용에서 매우 중요시되고있다.

비물을 자원화하여 리용하기 위한 연구는 이미 오래전부터 진행되어왔다.[1-6]

선행연구[3-5]에서는 비물자원화에 대한 개념을 정의하고 농업지구에서 비물자원개발리용을 위한 몇가지 방도들을 제기하였으며 선행연구[6]에서는 농업지구에서 비물을 수집저장하여 리용하기 위한 비물저류량계산 및 비물저류탱크설계용적계산방법을 소개하였다.

이러한 연구들은 우선 비물자원리용의 일부 측면들만을 논의하고 비물을 자원화하여 리용할수 있는 비물리용분야를 종합적으로 체계화하지 못한 부족점들이 있으며 또한 비물저류량 및 비물저류탱크용적계산에서도 일평균 또는 년평균강수량자료를 리용함으로써 강수자원의 계절적분포특성을 고려하지 못하는 부족점들이 있다.

본문에서는 비물자원개발리용에서 해결해야 할 몇가지 문제점들과 비물자원량과 비물수요량과의 바란스관계를 고려한 비물수집탱크설계용적계산방법에 대하여 서술하였다.

1. 비물자원화에 의한 비물의 리용분야와 해결해야 할 몇가지 문제

1) 비물자원화에 의한 비물의 리용분야

비물자원은 생활오수나 공업폐수와는 달리 비교적 오염되지 않은 물자원으로서 그 개발리용공정이 비교적 간단하며 리용분야도 다종다양하다.

일반적으로 물자원리용분야는 생활용수, 공업용수, 농업용수로 나눌수 있는데 비물인 경우에는 비물자원의 특성으로부터 생활용수, 도시경영용수, 공업용수, 농업용수로 나눌수 있다. 그리고 생활용수는 위생실세척용수, 세탁용수, 난방 및 랭풍용수, 차세척용수로, 도시경영용수는 도로청소 및 복지, 경관풍치용수로, 공업용수는 랭각 및 보이라용수, 원료세척용수로, 농업용수는 관개 및 축산용수로 나눌수 있다.

2) 비물자원화에서 해결해야 할 몇가지 문제

① 비물자원을 최대한으로 리용할수 있도록 하여야 한다.

사람들의 생활과 생산활동에 직접 리용할수 없는 폭우나 무더기비물을 비물자원으로

전환하여 리용하여야 한다. 이것은 큰물피해를 일으키는 기본요인인 폭우나 무더기비물을 비물자원으로 전환함으로써 큰물에 의한 피해를 줄이고 비물자원리용에 의한 리득을 늘일 수 있는 효과적인 대책으로 된다.

② 비물이 지표면에 떨어지기 전에 리용하는 방향에서 비물자원화를 실현하여야 한다.

가능한것 비물이 지표면에 떨어지기 전에 리용할수 있도록 주택이나 공공건물, 생산건물들에 비물수집리용체계를 세워야 한다.

③ 농업부문에서 가물의 피해를 받지 않도록 비물자원화를 실현하여야 한다.

비물의 수집, 저장을 통하여 비물자원의 지나친 계절 및 년내사용을 조절하고 비물공급과 농작물생장기의 시간적불일치를 해결하도록 하여야 한다.

④ 비물자원화과정에서 토양과 작물간의 물조절, 저장, 리용능력을 강화하며 토양의 물저축기능을 최대한으로 발휘하도록 하여야 한다.

2. 물바란스법에 의한 비물수집량크설계용적계산방법

1) 비물수요량 및 수집량계산

① 수요량계산

년간 총비물수요량은 비물리용분야에 따라 용도별, 월별 수요량의 총합을 구하는 방법으로 계산한다.

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

여기서 W_d 는 연간 총비물수요량, D_{ij} 는 용도별, 월별비물수요량(m^3), n 은 비물리용부문개수이다.

② 수집량계산

비물수집량은 각이한 특성을 가진 지표면의 류출결수를 고려하여 계산한다.

$$W_c = 10^{-3} \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^n R_i S_j \varphi_j \quad (2)$$

여기서 S_j 는 j 비물수집구역면적(m^2), R_i 는 i 월 평균강수량(mm), φ_j 는 j 비물수집구역의 류출결수(표 1)이다.

표 1. 지표면특성에 따르는 류출결수(도시지역)

| 지표면의 특성 | 물 | 록지 | 포장도로 및 광장 | 건물지붕 |
|-------------|---|------|-----------|------|
| φ_j | 1 | 0.15 | 0.9 | 0.9 |

농촌지역에서의 류출결수는 해당 지역의 지표면토양특성과 피복상태에 따라 주어진 관측값을 리용할수 있다.

2) 비물수집량크설계용적계산

비물수집탱크설계용적은 비물수집구역에서의 수집량과 리용부문에서의 수요량과의 물바란스방정식에 기초하여 계산할수 있다.

$$\frac{dV}{dt} = C - D \quad (3)$$

여기서 V 는 비물수집탱크의 비물저장량(m^3), C 는 비물수집량(또는 비물공급량)(m^3/s), D 는 비물수요량(m^3/s)이다.

식 (3)을 리용하여 비물수집탱크설계용적을 계산하기 위해서는 비물수집량과 수요량을 월을 단위로 하여 계산하는 조건에서 물바란스방정식을 월을 단위로 선형리산화하여야 한다.

$$\pm \Delta V = C_i - D_i \quad (4)$$

여기서 C_i 는 월별 비물수집량(m^3/s), D_i 는 월별 비물수요량(m^3/s)이다.

비물수집탱크설계용적은 연간공급량과 수요량의 크기관계에 따라 두가지 방법으로 계산하는데 매 월별로 비물공급량과 수요량은 주어지며 년도별로 달라지지 않는다고 보고 계산한다.

년간수요량이 수집량보다 적은 경우에는 년간의 총체적인 비물수집량이 수요량보다 많으므로 월별수집량이 수요량보다 적은 달들에만 비물을 보충해주는 방법으로 계산할수 있다. 즉 월별 부족량에 의하여 비물수집탱크설계용적을 계산할수 있다.

년간수요량이 년간수집량보다 많은 경우에는 년간의 총체적인 비물수집량이 수요량보다 적으므로 월비물공급량이 월비물수요량보다 많은 달들의 남는 량을 저장할수 있는 용적이 있어야 한다. 이때에는 2년(24개월)이상의 남는 량들의 루적량에 의하여 비물수집탱크설계용적을 계산할수 있다.

3. 비물수집탱크설계용적계산실례

7록색시험지대의 ㄷ차재배원에서 비물을 수집저장하여 리용하기 위한 비물수집탱크설계용적을 계산하였다.

년간수요량이 수집량보다 적은 경우(보장률 50%인 경우)의 설계용적계산결과는 표 2와 같다.

표 2. 보장률 50%인 경우 비물수집탱크설계용적계산($\times 10^3 \text{m}^3$)

| 월 | 비물수요량 | 비물수집량 | 과부족량 | 저장할수 있는 축적량 | | 보충물량 |
|----|-------|-------|-------|-------------|--------|------|
| | | | | 1년 | 2년 | |
| 1 | 75 | 51 | -24 | 0 | 2 852 | -24 |
| 2 | 75 | 63 | -12 | 0 | 2 840 | -12 |
| 3 | 150 | 123 | -27 | 0 | 2 813 | -27 |
| 4 | 150 | 260 | 110 | 110 | 2 923 | 0 |
| 5 | 301 | 420 | 119 | 229 | 3 152 | 0 |
| 6 | 301 | 486 | 185 | 414 | 3 566 | 0 |
| 7 | 301 | 1 394 | 1 093 | 1 507 | 5 073 | 0 |
| 8 | 301 | 1 117 | 816 | 2 323 | 7 396 | 0 |
| 9 | 150 | 618 | 468 | 2 791 | 10 187 | 0 |
| 10 | 150 | 156 | 6 | 2 797 | 12 984 | 0 |
| 11 | 75 | 167 | 92 | 2 889 | 15 873 | 0 |
| 12 | 75 | 62 | -13 | 2 876 | 18 749 | 0 |
| 계 | 2 104 | 4 917 | 2 813 | | | 63 |

표 2에서 보는것처럼 연간 비물공급량과 비물수요량의 차는 $2\,813 \times 10^3 \text{m}^3$ 이고 필요한 비물수집탱크설계용적은 $63 \times 10^3 \text{m}^3$ 이다.

연간수요량이 수집량보다 많은 경우(보장률 95%인 경우)의 비물수집탱크설계용적계산 결과는 표 3과 같다.

표 3. 보장률 95%인 경우 비물수집탱크설계용적계산($\times 10^3 \text{m}^3$)

| 월 | 비물수요량 | 비물공급량 | 과부족량 | 저장할수 있는 축적량 | |
|----|-------|-------|------|-------------|-----|
| | | | | 1년 | 2년 |
| 1 | 75 | 17 | -58 | 0 | 62 |
| 2 | 75 | 21 | -54 | 0 | 8 |
| 3 | 150 | 41 | -109 | 0 | 0 |
| 4 | 150 | 87 | -63 | 0 | 0 |
| 5 | 301 | 140 | -161 | 0 | 0 |
| 6 | 301 | 162 | -139 | 0 | 0 |
| 7 | 301 | 465 | 164 | 164 | 164 |
| 8 | 301 | 372 | 71 | 235 | 235 |
| 9 | 150 | 206 | 56 | 291 | 291 |
| 10 | 150 | 52 | -98 | 193 | 193 |
| 11 | 75 | 56 | -19 | 174 | 174 |
| 12 | 75 | 21 | -54 | 120 | 120 |
| 계 | 2 104 | 1 640 | -464 | | |

표 3에서 보는바와 같이 연간 비물공급량과 비물수요량의 차는 $-464 \times 10^3 \text{m}^3$ 이고 필요한 비물수집탱크설계용적은 $291 \times 10^3 \text{m}^3$ 이다. 비물수집에 의해서도 보장할수 없는 $173 \times 10^3 \text{m}^3$ 의 물은 지하수를 개발하거나 외부에서 물을 끌어옴으로써 해결할수 있다.

맺는 말

물자원을 지속적으로 리용하기 위하여서는 비물수집리용체계를 바로세워 비물자원을 효과적으로 리용하여야 하는데 제기되는 비물수집탱크용적은 해당 지역의 자연지리적 및 사회경제적조건을 충분히 고려하여 가장 합리적으로 결정하여야 한다.

참고 문헌

- [1] 조명봉 등; 물리용계획, 김일성종합대학출판사, 41~67, 주체104(2015).
- [2] 김최일 등; 최량류출조절, 김일성종합대학출판사, 35~37, 주체98(2009).
- [3] 张光辉 等; 水土保持通报, 17, 7, 102, 1997.
- [4] 李春晖; 水土保持研究, 12, 1, 182, 2005.
- [5] 于伟东; 水文, 28, 3, 79, 2008.
- [6] 吴佩玲 等; 农林学报, 63, 1, 25, 2014.

Some Problems arising in Development and Utilization of Rainwater Resources for Sustainable Water Resources Utilization

Kim Chol U

We study an estimation method of tank size for rainwater collection by using water balance method. The tank size for rainwater collection should be rationally estimated in consideration of physiographic and socio-economic conditions of corresponding region.

Key words: rainwater, water resource