

## 지구과학자 입장에서 본 산림수자원의 특성과 관리

김영화<sup>1)</sup> · 최정기<sup>2)</sup>

### Characterization and Management of Forest Water Resource viewed from Hydrogeological Viewpoint

Yeonghwa Kim<sup>1)</sup> and Jung-Kee Choi<sup>2)</sup>

#### 요 약

지하수 측면에서 숲의 기능과 역할을 살펴보고 효과적인 수자원의 관리방안을 모색하였다. 일반적으로 널리 인식되고 있는 기존의 녹색자연댐 개념에 지층저류기능이 강화된 지하댐 기능을 접합한 모델이 바람직한 것으로 나타났으며 지질조건에 따라 지하댐과 유역변경식댐 기능이 접합된 모델도 필요한 것으로 제시되었다. 자연댐은 대형 인공댐 축조가 어려워지고 수자원 추가확보에 대한 요구는 크게 증대하는 현실에서 찾을 수 있는 효과적인 대안이 될 것으로 예상된다.

#### ABSTRACT

Some effective management schemes have been drawn up by reviewing the function and role of the forest in the viewpoint of groundwater. It is desirable for us to seek an model combined with existing green dam and under dam. Another model combined with under dam and divergent dam is also considered to be necessary depending on its geology. These can be an effective means in the present situation where large dam is not easy to be constructed in spite of growing demand of securing additional water resources.

*Key Words: water resource, groundwater, green dam, artificial recharge*

#### 머리말

일반적으로 인간은 대상을 3구분하는데 익숙해 있으며, 실제로 많은 대상의 특징이 3구분하기에 적절한 형태로 존재하고 있다. 물 또한 형태상으로 기체인 수증기, 액체인 물, 고체인 얼음의 삼상으로 구분되며, 지구상에서 위치하는 장소, 또

는 저장 형태에 따라 기상수, 지표수, 지하수의 세 가지 물로 구분하고 있다. 즉 수자원은 대기 중에 포함되어 있는 기상수와, 강과 호수 등에 부존되어 있는 지표수 및 지하 지층 속에서의 지하수 형태로 부존하고 있다. 그러나 해수와 빙하를 제외하고 일반적인 담수 자원만을 대상으로 한 경우, 기상수의 점유비는 0.01%의 극소량이며,

1) 江原大學校 自然科學大學 地球物理學科 : Department of Geophysics, College of Natural Sciences Kangwon National University, ChunChon 200-701, Korea

2) 江原大學校 山林科學大學 山林經營·造景學部, Division of Forest Management·Landscape Architecture, College of Forest Sciences, Kangwon National University, ChunChon 200-701, Korea

지표수와 지하수의 구성 비율이 2%와 98%로 지구상의 대부분의 수자원은 지하수의 형태로 부존되어 있다고 할 수 있다(이천복, 1994; 농어촌진흥공사, 1996).

반면에 활용되는 수자원의 내역은 국가나 지역에 따라 편차가 있지만 우리나라의 경우 대체로 전체 강수량(100%) 중에서 지표수가 26%, 지하수가 3% 내외(건설부, 2003)로 부존 양에서의 구성 비율이 완전히 역전된 상태를 보이고 있다. 이는 수자원에 대한 접근의 용이성과 수자원 자체의 이동 속도에 기인한다. 특히 기상수, 지표수, 지하수간의 이동속도의 차이는 지구 수자원의 순환을 원활하게 하는 근본적인 요인이다. 즉 기상수는 매우 작은 부존량이지만 지표수에 비하여 수백배 이상의 빠른 순환으로, 지하수는 지표수에 비하여 매우 낮은 속도이지만 큰 규모에 의하여 전체적으로 서로 균형이 유지된다. 이것은 수자원의 부존 규모와 유동 속도의 조화로서, 수자원의 이용과 환경오염의 특성을 결정한다.

일반적으로 사람들은 수자원을 지표수를 중심으로 이해하고 있으며, 이는 이용량을 중심으로 한 사고방식의 결과이다. 지구과학자들을 중심으로 한 또 다른 한 쪽은 매장량관점에서 지하수를 가장 중요한 자원으로 생각하고 있다. 토양학자들은 전술한 세 가지 수자원의 경계영역에 위치하면서 인간 생활에 크게 영향을 미치는 제 4의 수자원으로 토양수의 존재에 관심을 가지고 있는데 이는 지표수와 지하수로의 통로역할을 한다는 점에서 중요한 의미를 가진다. 산림지역에서 형성되는 수자원인 산림토양수의 존재 또한 통로관점에서 이해될 수 있으나 흥미로운 사실은 산림토양수의 경우에는 토양수의 한계를 넘어 산체 전체가 가진 저류기능의 개념으로 확대되는 경향을 보인다는 점이다. 이는 물이 이동하는 유체자원이므로 한가지 특성의 자원으로만 정의할 수 없음을 보여주는 예라고 할 수 있다. 특히 국토의 절대 다수가 산지로 구성되어 있는 우리나라의 입장에서는 통로 역할의 산림토양수와 저장고 역할의 지하수간의 관계가 매우 중요하며 이러한 관점에서 지하수와 연계된 산림토양수의 특성과 그 관리 특성에 대해서 논의하고자 한다.

## 수자원 측면에서 본 숲의 기능과 특성

강수가 산림에 도달하면 강수 중의 상당 부분은 산림토양 내로 침투하거나 숲을 통한 증산으로 대기 중으로 환원되며, 그 나머지가 지표 유출량으로 나타난다. 산림토양 내로 침투한 물 또한 지표 유출을 하거나 지하수로 유입하게 되어, 결과적으로 산림은 대기로의 환원(기상수)과 지하로의 침투(지하수) 및 지표유출(지표수)의 양을 조절하는 기능을 가진다. 이러한 역할을 하는 산림 토양의 특성은 깊은 토양단면, 특히 두꺼운 부식토양의 존재와 표면 교란현상의 방지에 따른 고 공극율, 고 투수계수의 토양구조로 정의될 수 있으며, 이는 산림토양의 보수 또는 저류 능력을 강화시키는 직접적인 요인이 된다. 산림이 지니는 수자원 저류기능은 일시적인 저류기능과 장기적인 저류기능으로 구분된다.

일시적인 저류기능은 강수로 지표면에 도달한 수자원이 산림자체나 산림토양에 의한 일시 포획되어 지표수나 기상수로 다시 환원되는 시간을 연장시키는 것으로 산림이 가지는 보수기능으로 표현될 수 있다. 장기적인 저류기능이란 수자원이 산림 토양을 거쳐 지하수로 유입되어 국토에 오래 머무르게 하는 기능으로 지하수 관점에서는 산림의 수자원 함양기능으로 표현할 수 있다. 다시 말하여 산림의 수자원 조절기능이 단기적인 보수기능(이하 보수기능)과 장기적인 함양기능(이하 함양기능)으로 구분하여 표현할 수 있다. 지하수를 중심으로 생각하면 보수기능은 수자원의 임시 저장소 역할에 해당되며 함양기능은 지하수로의 통로 역할에 해당된다.

산림토양수가 지표수와 지하수의 영역에 부분적으로 겹쳐지는 일반적인 토양수의 한 부분인 만큼 전체 담수자원 중에서 산림토양수가 차지하는 비율은 표 1에 나타난 토양수의 점유비 내에서 각 지역의 산림특성에 의하여 달리 나타날 것으로 예상할 수 있다. 특히 강원도와 같이 대부분이 산지로 이루어지는 지역에서는 분포 점유비가 전체 토양수 수준에 근접하거나, 경우에 따라서는 제시된 토양수의 값을 상회하는 점유비를 보일 수 있다. 따라서 수자원 함양기능은 숲이 가진 가

장 중요한 기능 중의 하나라고 할 수 있다. 우리 국토에는 연중 총강수량 1,267 억톤 중의 65% 인 823 억톤이 산림지역에 내리며, 총강수량의 약 14%에 해당되는 180억톤이 산림토양수 자체 내에 저류되거나 산림토양을 거쳐 지하수로 함양되는 것으로 알려지고 있다(이창재, 1994; 산림과학연구소, 1997).

**Table 1. Distribution of world's fresh water supply(modified after Fetter,1988)**

classification	percent to total water	percent to water except ice and sea water
groundwater	0.61 %	97.8%
surface water	0.009 %	1.4%
soil water	0.005 %	0.8%

이와 같은 단순 점유비 외에 산림의 역할을 더욱 돋보이게 하는 것은 산림지역의 고도에 의한 수자원의 효율성에 있다. 예를 들어 동일한 강수량이라 하더라도 백두대간 가까운 인제 어느 지역에 내린 비와, 춘천에 내린 비, 서울에 내린 비, 그리고 바다가인 인천 어느 지역에 내린 비는 수자원의 활용 측면에서 전혀 다른 효과를 보인다. 예를 들어 인제 지역의 20mm 강수량은 인천, 서울 지역의 동일한 20mm 강수량에 비하여 수십배, 수백배의 효과를 가진 수자원이 될 수 있다. 물론 동일 유역에 내린 비라 하더라도 지표수의 형태로 바로 하천으로 유입되는 것과 지하수로 유입된 차이는 엄청난 효과 차이를 가져오게 된다. 따라서 강원도와 같이 지역적으로 국토의 지붕 역할을 하는 고지대에 위치하고 있으며, 대부분이 산림지역으로서산림토양수 또는 지하수로 함양되는 수자원의 가치는 14%라는 단순한 점유비로는 설명될 수 없는 큰 의미를 가진다. 이는 공간적으로 전국토로 확장된 보이지 않는 젖줄이 되고, 시간적으로는 갈수기의 목마름을 뛰어 넘게 하는 숲의 수자원 조절 기능으로 연결된다.

## 수자원 관리 개념의 변화

지금까지 인식되고 있는 가장 현실적인 수자원의 저장 방안이라면 역시 대형 인공댐에 의한 방법이다. 그러나 댐에 의한 수자원 저장방법은 이제 댐 적지의 소진과 건설비, 보상비의 상승, 지역 주민의 반발 등으로 크게 어려움을 겪고 있는 것이 사실이다. 수몰로 인한 이용 국토의 감소나 교통 장애 등으로 발생하는 간접비용까지 감안하면 대형댐 건설은 너무 큰 부담을 전제하게 되며, 향후 예상되는 물 수요의 증가를 대형댐 건설에 의존하는 수자원 확보는 사실상 한계에 와 있다고 할 수 있다.

반면에 국토 전체를 수자원의 저장고로 보고 숲과 지층 등, 자연 그 자체가 가지고 있는 수자원 저장 기능을 대형 인공댐 개념에 대비시킨 자연댐의 개념 도입이 보다 탄력을 받게 될 것으로 예상된다. 자연댐을 보다 구체적으로 설명하면 이는 숲이 가지는 산림저류(山林貯留)와 지층이 가지는 지층저류(地層貯留)의 기능을 활용함으로써 대형 인공 댐보다도 수자원을 효율적으로 저장하는 방법이라고 할 수 있다. 산림저류는 대체로 지표면에 국한된 이차원적 분포 특성이 단점으로 나타나지만 지표수 분포와는 비교할 수 없이 큰 분포 면적을 가지는 점이 장점이다. 따라서 저류기간이 짧다는 한계성에도 불구하고 지표수의 수문 조건을 크게 향상시키며 특히 장기 저장고인 지하 대수층으로의 효과적인 통로를 제공한다는 점에서 매우 큰 역할을 수행한다. 지층저류는 지하에 존재하는 3차원적 구조의 매우 큰 저장고의 존재에 기인되며 실제로 육지에 존재하는 물의 97% 이상이 이에 해당되는 것으로 그 중요성을 짐작할 수 있다. 지층저류의 저장고는 지층이 형성될 때부터 가지는 일차공극를 비롯하여 절리나 파쇄대, 단층 등의 이차공극 심지어는 동굴까지 포함하는 매우 복잡한 구조로 설명될 수 있다. 자연댐 중에서 산림저류의 기능을 강조한 경우가 녹색자연댐이며, 지층저류의 기능을 강조한 것이 지하자연댐이라고 할 수 있다. 그러나 산체에 함양된 수자원 전체를 대상으로 사용되고 있는 광의의 녹색 자연댐 개념 속에는 산림저류기능 의

에 지층저류기능이 더 많이 포함되며, 이 경우에는 녹색자연댐과 지하자연댐의 구분이 모호해진다. 따라서 함양기능을 강조한 녹색자연댐 또는 녹색댐(Green Dam)과 유로 차단에 의한 저장기능을 강조한 지하자연댐 또는 지하댐(Under Dam)으로 구분하여 정의할 수도 있다(이하 녹색댐과 지하댐). 이것은 녹색댐의 대상인 산림지역이 상대적으로 고지대에 분포하여 주로 수자원의 공급지역, 또는 함양지역의 역할에 치우칠 수밖에 없는 지리적 특성을 가지고 있는 반면, 지하댐은 저지에 그것도 가급적 수자원의 이용 지역에 가까이 건설된다는 점을 감안할 때 보다 뚜렷한 구분이라고 볼 수 있다. 아울러 녹색댐이 임학자들에게 친숙한 용어임에 비하여 지하댐은 주로 지구과학자 및 토목학자들에게 친숙한 용어라는 점도 엄연한 현실이다. 이러한 것들은 우리들이 그동안 녹색댐 논의에서 활용의 구체성이 부족했으며, 지하댐 논의에서 함양문제를 등한시해 왔음을 보여주는 간접적인 증거라고 할 수 있다. 이것이 바로 대형 인공댐의 축조를 대신할 수 있는 잠재적 대안이라고 할 수 있는 자연댐의 실용화를 가로 막아온 매우 큰 장애요소라고 할 수 있다. 물론 지하댐에 있어서 구체적인 실용화의 예들이 제시되고 있지만 함양지역의 대부분을 차지하고 있는 산림지역의 특성을 도외시한 접근방법은 지하댐 활용도를 크게 제한하는 원인으로 나타나고 있다. 아울러 수자원의 실제적인 저장고인 산체의 대수성에 무관심한 녹색댐의 논의는 공허하게 들릴 수밖에 없을 것이다. 녹색댐과 지하댐을 효과적으로 결합하는 자연댐의 시도가 필요하다.

### 산림지역에서의 수자원관리 전략

일반적으로 산림토양수는 수자원 억류시간(Detention time)이 수 시간에서 수 일 정도의 범위를 보이면서 많은 부분이 지표 유출되고 있으므로 이를 억류 시간이 긴 지하수로 전환하고 이를 수요 발생지에 가까운 저지대에서 효율적으로 모아서 사용하게 하는 것이 수자원관리의 최

적 포인트라고 할 수 있다. 다시 말하여 지하수자원의 생산과 개발 및 활용을 효과적으로 연계하는 것이라고 할 수 있으며, 이는 녹색댐 개념에 의한 지하수자원의 생산과 지하댐 개념에 의한 지하수 자원의 확보 및 활용을 연계하는 것으로 표현될 수 있다. 여기에서는 주로 지질구조에 의존하는 지하댐 개념에 의한 지하수 자원의 확보와 활용 부분은 그 필요성의 제시에 국한시키고 녹색댐 또는 녹색자연댐 개념에 의한 지하수자원의 생산 부분을 다루기로 한다.

포화된 산림토양에서의 수자원이 지표 유출할 것인지 지하수 함양이 될 것인지는 강우 강도(이천용과 김경하, 1991)와 하부 지층의 대수성 특성에 좌우된다. 특히 강우 지속 시간이 길 때의 산림의 수자원 함양 기능은 산림토양과 접촉하는 하부의 지반의 대수성 여부에 직결되어 있으며(그림 1), 독자적인 함양 기능은 한계에 도달한다. 따라서 산림토양과 하부 지반의 대수적 특성이 조화를 이루기 위해서는 산림 자체의 관리와 함께 산림 하부지층에 대한 인위적인 대수성 개선 노력을 포함하는 인공함양 기법이 적용되어야 한다.

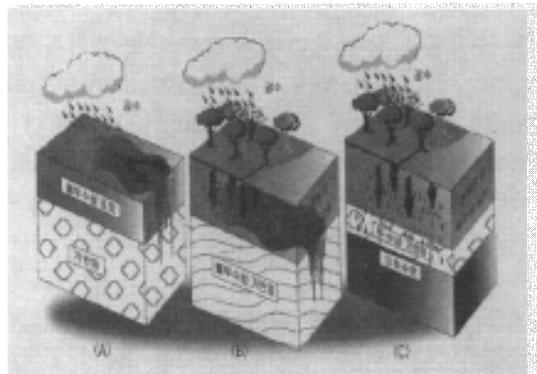


Fig. 1. Role of forest and geological formation as the storage function(A: without permeable soil formation, B: permeable soil formation underlain by impervious rock formation, C: permeable soil formation underlain by good aquifer)

지하수 저장 대상이 되는 공간들이 불투수층의 표토 하부에 존재하는 경우는 지표에서의 잉여 수자원이 자연적으로 지하 공간을 찾아 들어가는 데 방해를 받고 있다. 인공함양은 이와 같은 지표 부근의 불투수층을 인위적으로 제거해 줌으로써 대지의 저류 능력을 향상시키는 행위로 지표수의 지하 저장 또는 지표수와 지하수의 연계 개발의 목적 외에도 경제재로서 지하수의 가치를 유지시키거나 보강, 자연적인 지하수위 강하에 수반되는 환경문제를 방지하거나 열 에너지 활용의 차원에서 수행된다. 인공함양의 방법으로는 표토 관리와, 식생 조절, 수로 관리, 저수지나 관정을 이용한 침투, 지하 구조물 이용 등 다양한 방법들(Todd, 1980; Pyne and David, 1995)이 있으나 산림지역에서는 산림 자체의 관리에 의하여 산림토양수를 효율적으로 지하수로 연결시키는 방안과 계곡수를 지하수로 연결시키는 두 가지 방안이 가능할 것으로 판단된다.

### 1. 산림토양수의 지하수화

산림의 효율적 관리로 산림자체가 가진 보수기능을 향상시키는 방법, 식생 관리에 의하여 산림 토양의 침투율을 높이는 방법, 그리고 하부 대수층과의 인위적인 통로 형성의 방안으로 나누어 생각할 수 있다. 앞의 두 가지 방법은 일반적인 녹색댐의 기본 접근방법에 해당되는 것으로 산림 또는 산림토양에서의 약간의 개선으로도 막대한 함양효과가 얻어진다는데 기초하고 있다. 이를 위해서는 산림의 함양 기능에 대한 맹목적인 과대평가보다는 우선 산림 보수의 역기능에 해당되는 증산량의 증가와 산림에 의한 증발량의 감소 사이의 양적 관계를 규명하여 산림의 관리가 증발산량 변화에 미치는 영향, 수중에 따른 산림토양의 변화특성과 침투율 변화 등에 대한 보다 체계적인 연구가 전제되어야 한다. 전체 면적의 82%가 산지이며, 매년 176억톤의 수자원이 산림 지역에 내리고 있는 강원도와 같은 지역에서는 어떠한 경우라도 산림의 역할이 결코 과소 평가될 수 없다는 점이 강조되는 부분이다(산림과학연구소, 1997).

하부 대수층과의 인위적인 통로 형성의 방안은 일종의 인공함양 관정법(Recharge well method)에 해당된다. 이 방법은 하부에 양호한 투수성 지반이 존재하고 있으나 투수성이 만족스럽지 못한 표토층이 두텁게 발달하고 있는 경우에 이용된다. 즉 피트(Pit)나 관정(Well)을 이용하여 투수성 지반 내부로 물을 유입시키는 방법으로 이용 목적이 종료되었거나 기타 여러 사유로 생긴 폐공을 활용하는 경우, 적은 비용으로 큰 효과를 올릴 수 있으며, 산림 지역에서 이 방법의 적용은 관정을 통한 오염 발생의 위험 부담이 적다는 장점이 있다. 인공함양용 관정을 산불발생시의 소화용수로 활용하는 방안을 함께 강구해볼 필요가 있을 것으로 기대된다.

### 2. 계곡수의 지하수화

유수지 방법(Basin method) 이나 수로 확장법(Stream-Channel method), 고랑법(Ditch and furrow method) 등, 침투율을 높이기 위하여 접촉시간과 접촉면적의 확대를 도모하는 일반적인 방법들은 산체의 경사 및 수두경사(Hydraulic gradient)가 심한 계곡지역에서 효과적이지 못하며 유일하게 인공함양댐법의 적용이 효과적일 것으로 예상된다.

인공함양댐(Recharge dam method)은 수계의 상류 지역 산간 계곡에 소규모의 댐 시설을 설치하여 인공함양을 하는 방법이다. 댐이라기 보다는 제체를 낮게 설계하여 우수기에 지표수가 제체 위를 월류하는 보의 형태로서 반드시 투수성 지층이 존재하고 있는 지질구조 지역을 선정하여 건설되어야 한다. 지형과 지질적으로 적지 선정만 잘 이루어진다면 홍수유출을 감소, 증발에 의한 수자원의 유실 방지, 기저유량의 증대로 수자원의 관리에 매우 유익하게 활용될 수 있다. 수계 상류에 여러 개의 인공함양 댐을 함께 운영하는 것이 유리하며, 이는 어족자원 보호와 관광지 조성, 산불에 대비한 근거리 용수지 확보 등 다양한 추가 효과를 함께 감안할 필요가 있다.

인공함양댐법이 가장 효과적인 경우는 석회암과 같은 특수 지질지역에서 찾아볼 수 있다. 일반

적으로 석회암이 수계에 인접하여 분포하는 경우는 댐 입지선정에서 기피되는 대상이다. 이는 석회암 지역에서 잘 발달되는 이차공극들, 특히 대규모 동굴들의 존재로 댐 축조 후에도 소기의 담수효과가 얻어지기 어렵다는 염려에 기인한다. 과거 강원도 임계지역을 대상으로 한 댐건설 논쟁의 역사에서 살펴볼 수 있다. 그러나 인공함양을 전제로 한 적극적인 수자원개발 차원에서는 이러한 지역에서의 댐의 설치가 오히려 효과적일 수 있다. 이 경우 댐의 설치는 하나의 단독 댐이 될 수도 있으며, 지형 및 지질 조건을 감안하여 낮은 제체의 월류(越流)댐을 동일 수계 또는 인접 수계로 묶어 복수로 건설하여 수문환경에 따라 함양지(函養池)와 회수지(回收池)의 역할을 선택적으로 수행하게 할 수도 있다. 이러한 댐은 지하의 큰 공간을 수자원 저장 공간으로 활용하므로써 적은 수물 면적으로 상당한 홍수 조절 능력과 수자원의 국토 잔류시간을 증대시키는 효과를 가지고 있으며, 적은 비용으로 환경 피해를 최소화하면서 수자원 확보가 가능한 장점을 지니고 있다 (그림 2). 문제점은 포획된 수자원의 가시화가 어려우며 특히 다른 유역으로 빠져나가는 수자원에 대한 인식 부족이다.

그러나 수자원의 국토 내 체류 시간을 극대화하는 차원에서는 이 방법 적용의 필요성은 충분이 인정되며, 특히 태백산맥이 동해 쪽으로 치우쳐, 짧은 길이와 급경사의 수계로 강수의 대부분이 빠른 시간 안에 바다로 유실되어 버리는 동해안 지역의 물부족 현상을 해결하는데 크게 기여할 수 있다.

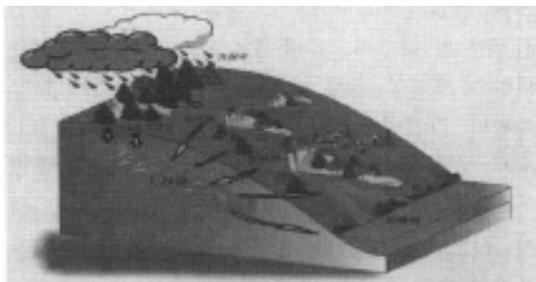


Fig. 2. Schematic diagram showing the concept of artificial recharge dam

일종의 유역변경식 댐 역할로서, 분수령 서측 수계에서의 함양댐의 조성은 수계 바깥지역에 있는 동측 해안지역의 지하수 공급으로 하천 수문조건의 개선과 예상되는 해수침입의 방지 효과를 기할 수 있다. 석회암동굴을 연결고리로 하여 태백산맥 서측 수계에서의 함양댐 축조와 동쪽 수계에서의 지하댐 또는 회수지댐의 축조를 병행한다면 지하의 막대한 저장고를 활용하는 유역변경식댐이 가능할 수도 있다. 이는 댐 건설 계획에서 일반적으로 기피되어 온 석회암 지반에서의 누수현상을 역이용하는 방법으로서, 수물 면적이 작고 경제적이며, 댐 건설 지역에 있어서의 예상되는 피해와 이익의 구조가 크게 개선되므로 댐건설에 대한 지역 주민의 반발을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

## 맺음말

수자원, 특히 지하수 측면에서 본 숲의 기능과 역할을 살펴보고 효과적인 수자원의 관리방안을 모색하였다. 일반적으로 널리 인식되고 있는 기존의 녹색자연댐 개념에 지층저류기능이 강화된 지하댐 기능이 접합된 모델이 바람직한 것으로 나타났다. 지질조건에 따라서 지하댐과 유역변경식댐 기능이 접합된 모델도 필요한 것으로 제시되었다.

자연댐은 대형 인공댐 축조가 어려워지는 상황과 그러면서도 수자원 추가확보에 대한 요구가 가파르게 상승하는 환경을 전제로 한다. 2015년부터는 세계 인구의 절반 이상이 물 부족 그룹에 속하게된다는 주장이 있으며, 우리나라도 2011년부터는 본격적인 물부족 국가가 될 것이란 예상도 있다. 예상되는 물값 상승 압박은 자연댐 개념의 적용을 보다 자연스럽게 하는 요인이 될 것으로 예상된다. 더욱이 산림지역에서 추가되는 수자원은 특히 깨끗하고 양질의 수자원이다. 재화로서의 물의 가치, 특히 맑은 물의 가치가 앞으로 더욱 급격히 상승하리라는 예상은 자연댐 개념의 적용이 이제 먼 후일의 과제가 아님을 보여주고 있다.

아울러 산림지역에서의 용수대책은 해마다 늘어나는 산불피해를 억제하기 위한, 즉 숲을 살리기 위한 차원에서 수자원대책으로까지 연결될 수 있다. 아직까지 다소 비현실적으로 보일 수 있는 수자원 확보 방안들이 가까운 장래에 현실성 있는 대안으로 떠오를 것으로 기대된다. 따라서 산림특성과 지질특성을 연계한 효율적인 수자원 관리 부분에서 임학도들의 역할이 기대된다.

### 사 사

지하수를 찾는데 관심을 가졌던 지구물리학도가 산림수자원 분야에 관심을 가지게 된 것은 학교에서는 활동적인 동료 교수이자, 퇴근하면 좋은 동네 친구였던 고 최종천 교수의 영향이다. 임학 외에도 다양한 전공자들을 숲의 울타리 안으로 모아 숲을 이야기하고 인생 나누기를 좋아했던 최교수와와의 만남은 언제나 숲과 연결되기 일수였는데, 그 푸근했던 연결고리의 상실감이 컸던 차에 추모논문집 이야기를 계기로 이 논문을 쓰게 되었다. 짧았지만 큰 족적을 남기고 영원히 숲으로 돌아가신 고 최종천 교수의 영전에 이 논문을 바친다.

### 인용문헌

1. 건설교통부. 2003. 건설교통통계연보. 수자원 국 수자원정책과 인터넷제공자료. 05-01-01.
2. 농어촌진흥공사. 1996. 한국지하수총람. 농어촌진흥공사. 1087pp.
3. 산림과학연구소. 1997. 21세기 강원임업의 비전과 전망. 강원대학교. 435pp.
4. 이창재. 1994. 수자원함양림의 가치평가 및 비용분담에 관한 연구. 서울대학교 농학박사 학위논문. 148pp.
5. 이천복. 1994. 한국의 지하수자원과 개발방향. 지하수개발과 농어촌 용수-농어촌진흥공사 UR대응대심포지엄 보고서: 133-164.
6. 이천용·김경하. 1991. 산림과 물. 임업연구원. 176pp.
7. Fetter, C.W.. 1988. Applied hydrology(2nd ed.). Merrill Publishing Co. 592pp.
8. Pyne, R and David G.. 1995. Groundwater Recharge and Well. Lewis Publishers. 376pp.
9. Todd, D.K.. 1976. Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons. 535pp.