



# 산림에 의한 물 보전기능의 발현기구에 대하여

스야마 마사노리(陶山正憲) / 시즈오카대학 농학부 교수

번역 : 조승하 / 협회 직원

## □ 서 두

2004년은 각지에서 이상 호우가 발생하여, 주택 및 도로가 침수되는 현상이 빈번히 일어났습니다. 내가 살고 있는 시즈오카시에서도 1940년 관측개시 이래, 사상최고의 일강수량 368mm가 6월 30일에 기록되었고, 1시간 강우강도도 81.5mm로 보고되었습니다. 거기에다 7월 13일 심야에는 니카타현과 후쿠시마현에 집중호우가 발생을 하여 니카타현 토치오(栃尾)에서 426mm, 카모(加茂)에서 324mm가 기록되었습니다.

이는 모두 활발해진 장마전선에 의한 이상기상현상에서 기인된 것이라고는 하나 종종 자연재해가 발생을 하고 이로 인해 각지에서 막대한 피해를 입었습니다.

이러한 이상호우의 발생에는 산림이 관련되어 있는 것일까? 또한 이러한 이상호우가 발생을 하여도 산림의 존재에 의해 자연재해는 방지할 수 있는 것일까? 등과 같은 의문이 생깁니다.

그런데 산림의 수토보전기능에 대해 논의를 할 경우, 일반적으로 산림이라고 하여도 물보전기능(홍수방지, 수원함양기능)이나 토지보전기능(침식방지, 붕괴저지기능)에는 어떤 한계가 있다는 것을 전제로 할 필요가 있습니다.

이 점을 충분히 고려하여 이하에서 산림의 물보전기능, 즉 물의 순환과정에 있어서 산림의 역할에 대해 약간의 연구동향을 정리해 보았습니다.

## □ 산림은 비를 부르는가?

### (1) 의견이 상반되는 「산림과 강수량」의 문제

예전부터 “산림이 있으면 강수량이 증가한다”는 설이 있습니다. 이것은 산림의 수

목에 의해 다량의 수분이 증산되어지기 때문에 그 수분이 수증기가 되어 원래 산림으로 귀환한다는 해석에 의한 것으로서, 사실 다우지방에는 산림이 매우 무성합니다.

그러나 이 사실은 산림이 무성하다고 해서 비가 많은 것이 아니라, 역으로 비가 많아서 산림이 무성한 것은 아닐까, 즉, 산림은 비의 원인이 아닌 결과인 것은 아닐까 하고 일단 생각하게 되었습니다. 그러나 산림의 무성함에 의해 그 지방의 연강수량이 증가한다는 보고도 있어, 이것은 문제의 성질상 간단히 해결될 수는 없을 듯합니다.

이 문제를 기상학상 사실에 비춰보면, 산림의 존재가 대국적으로 그 지방의 우량을 변화시킨다는 설은 부정할 수 없습니다. 즉, 어느 지방에서 강우를 초래하는 데는 그 지방보다는 훨씬 광대한 지역에서 대기의 수분을 유입할 필요가 있으며, 단순히 한 지방의 수분이 증가했다고 해서 그 지방의 강우량이 증가한다고는 단정할 수 없습니다.

이것을 요약하면 산림이 비를 부른다는 문제는 현재 최종적인 해답을 얻을 수는 없지만 기상학적으로는 적어도 부정적입니다. 즉, 산림은 한 지방의 강우량을 변화시킬 수는 없지만, 임연부(林緣部)에서는 대기중의 수분을 국소적으로 몰로 바꿔 지표면에 공급하는 사실이 특별히 인정되고 있습니다.

## (2) 임내우량과 임외우량

산림은 한 지방의 전체우량을 바뀌게 할 수는 없지만 그 우량의 국소적인 배분을 바꾸는 것은 가능합니다.

임내에서의 강수 경로를 생각해보면, 강수의 일부는 수목의 지엽에 차단되어 지상에는 도달되지 않지만, 다른 일부는 수강류 혹은 임내우량으로서 지상에 도달합니다. 나아가 임내우량에는 직달(直達)우량과 적하(滴下)우량이 포함되어 있습니다.

따라서 임내에서 지표면에 도달하는 강수 및 그 분포는 무림지의 그것과 비교하여 큰 차이가 있습니다.

그러므로 임내우량과 산림의 수관상 우량(임외우량)과의 관계를 알기 위해서는 임외우량으로서 수관상의 우량을 측정할지, 임내 공터의 우량을 측정할지 어느 한 쪽의 방법을 생각할 수 있습니다.

지금까지 일반적으로는 후자의 방법이 채택되고 있습니다만, 이 방법으로는 바람



의 영향을 받기 쉽다고 알려져 있습니다. 가령, 가이가(방사능 방사선을 연구한 독일의 물리학자)에 의하면, 소나무·너도밤나무의 혼교림에서 평균수고가 26m인 경우, 각 수목의 위치를 중심으로 상정하고, 그 주위의 빈터(원형) 직경이 풍상측(바람이 불어오는 쪽) 임외우량 1에 대한 빈터의, 수고가 각각 0.46배, 1.47배, 3.36배인 빈터우량을 측정한 결과, 우량의 비는 각각 0.87, 1.05, 1.02라는 수치를 얻었습니다.

그런데 임내우량과 임외우량과의 관계에 대해서는 이미 몇 가지의 시험결과가 제시되어 있으며, 수종에 의해 임내우량과 임외우량의 관계는 다르다는 것이 보고되어 있습니다.

다음으로, 임외우량에 대한 조엽수천연림과 삼목인공림 내 물 수지의 경년변화를 물 수지백분율로 나타내면 임내우량은 전자 쪽이 많고, 수간유하량과 차단량은 모두 후자 쪽이 많게 되는 경향을 엿볼 수 있습니다.

### (3) 산림의 강수차단기능과 빗물의 행방

강우기간 중, 수목의 지엽에 부착하여 일시적으로 보류되어, 강우 후 증발되며 결국 지표면에 도달하지 못한채 상공으로 돌아가는 수분이 수관차단량입니다.

산림에 의한 강수차단량은 수종, 산림구조, 임령 등의 산림조건과 강우량, 강우강도, 계속시간 등의 강우조건과 함께, 기온, 바람 등 제반 조건에 의해 크게 달라지므로, 일괄적으로 말할 수는 없지만, 기왕의 성과를 요약해보면, 일연속 강우량이 100mm 이상인 폭우일 경우에는, 산림의 강수차단량은 5~10% 정도가 됩니다.

또한 1년간의 차단량에 대해서는 연강우량의 15% 정도가 됩니다. 단, 삼목, 노송나무와 같은 침엽수에서는 이것 보다 다소 많아집니다만, 메밀잣밤나무, 떡갈나무와 같은 활엽수에서는 이보다 다소 적어지는 경향을 나타내고 있습니다.

한편 산림의 강수차단기능을 요약하면 다음과 같은 경향이 나타난다고 알려져 있습니다.

- ① 강우량이 적을수록, 강수차단율은 크다.
- ② 침엽수의 강수차단율은 활엽수의 강수차단율보다 일반적으로 크다.
- ③ 침엽수, 활엽수 모두 여름철에 강수차단율이 크다.
- ④ 증발량이 많은 곳은 적은 곳보다 강수차단율이 크다.

- ⑤ 산림의 울폐도가 클수록, 강우차단율은 크다.
- ⑥ 산림의 연년성장량이 최대일 때, 강우차단율은 최대가 된다.
- ⑦ 산림의 강우차단량은 강우량이 많을수록 크다.
- ⑧ 단목의 강우차단량은 수간에 가까울수록 많다.

아울러 수관에 차단된 빗물은, 강우 후에 증발됩니다만, 극히 일부는 식물의 조직 내로 들어갑니다. 또한 빗물이 잎의 표면에 부착하는 것에 의해 증산작용이 억제됨이 확인되고 있습니다.

#### (4) 수간류와 나무비(미세한 물방울인 안개가 나뭇잎과 가지에 물방울로 맺혀 땅에 떨어지는 현상)

수목의 가지와 잎에 일시적으로 보류된 빗물의 일부는 가지에서 줄기를 경유하여 뿌리로 흘러내립니다. 이것을 “수간류”라고 부릅니다. 수간류는 양, 비율 모두 빗물의 양과 함께 증가합니다만, 빗물양이 어느 일정량에 달할 때까지는 발생하지 않습니다. 수간류는 수피(樹皮)가 미끄러운 것일수록 많은데, 따라서 침엽수보다 낙엽활엽수 쪽이 일반적으로 수간유하량이 커지게 됩니다. 또한 수간에 붙어있는 가지의 각도가 클수록 수간유하량은 적어지게 됩니다. 아울러 침엽수의 경우에는 수간유하량은 차단율보다 적습니다만, 활엽수의 경우 수간유하량이 차단율보다 커지게 되는 경우가 있습니다.

다음으로 “나무비(키사메)”는 짙은 안개가 젖을 때 종종 나타나는 현상으로, 안개 비나 물방울이 가지와 잎에 부착한 뒤 응집하면 큰 물방울이 되는데 이것이 지표로 낙하하는 현상을 말합니다. 나무비의 발생시에 임외우량이 없는 경우도 있어 이때는 수목이 비를 차단하는 것이 아니라 역으로 비를 발생시키는 것입니다. 이 현상을 차단의 일종으로 생각하면 마이너스 차단이 되는 셈입니다.

#### 산림은 하천유출량을 증감시키는가?

유역에서의 수분 대차대조표를 보면 “산림이 무성하면 하천의 유량이 감소한다”고



알려진 경우와, 반대로 “증가한다”고 알려진 경우가 있습니다. 양자는 일견, 상반되는 것처럼 생각되지만, 실은 전제조건에 따라서는 양자 모두 타당한 사실을 나타내고 있습니다. 이러한 산림작용의 이면성을 증명하기 위해, 우선 한 지역에서의 물의 순환과정을 살펴보기로 합시다.

일반적으로 나지구역의 경우, 지면에 도달한 빗물은 강우강도가 토양의 침투능을 초월하면, 지면의 패인 곳에 고여, 지면에 어느 정도 두께의 물의 층을 만듭니다. 이것이 “패인 곳의 저류(량)”입니다. 나아가 강우가 지속되어 물 공급이 계속되어 지면, 결국 “표면유출”이 발생을 합니다. 이 “표면유출”과 토양천층의 “중간유출”이 하나가 되어 “직접유출”로서, 강우중이나 강우 직후에 하천으로 유입되며, 다른 일부는 지하수면까지 강하하여, 지하수로서 간접적으로 하천에 유입됩니다. 이 사이에 지표면으로부터 증발도 발생을 합니다.

여기에는 수식도 있지만 난해하여 생략하며, 산림에 의한 하천유출량의 증감작용에 의한 이면성을 증명하는 수식도 있습니다만 이상으로 끝을 맺고자 합니다.

