

# 農業と科学

1986  
5

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO LTD

## 森林の国土保全機能 (I)

— 森林の水保全機能に関する研究の動向 —

農林水産省林業試験場  
防災部治山第二研究室長

陶山正憲

### 1. はじめに

洪水や山崩のような自然災害が起ると、最近では決ったように森林の伐採行為が問題にされ、極めて易々として「森林の伐採がどの程度、その災害の原因になっているか」という意味の質問を受ける場合が多い。しかしながら、この一見安易な質問に対して、定量的に回答するのは容易なことではないのである。一応考えられることは、他の原因、例えば山体や河川の状態を現状のままとして、森林を最良の状態においた場合、自然災害がどの程度減少するかを調べることであるが、これは恐らく現在のところ不可能である。また、森林の状態を現状に留めて、山体や河川の状態を最良にした場合、災害がどの程度減少するかを見定めることは、幾分把握しやすいようにもみえるが、森林の影響を適切に評価する方法がない以上、山体・河川状態の影響と森林状態の影響とを比較して、どちらが自然災害に対してより多くの責任を負うべきかを決定することは不可能である。従って、「森林の乱伐がどの程度、その災害の原因となりうるか」の問に対しては、現在合理的な回答は与えられないことに

森林による年降水遮断量は年雨量の約15%である



なる。

以上の問答からも明らかなように、森林の国土保全機能について論じる場合、およそ森林なるものの水保全機能(洪水防止、水源涵養機能)や土地保全機能(侵食防止、崩壊阻止機能)には、ある限界のあることをまず前提におく必要がある。この点を十分考慮して、以下に森林の水保全機能、つまり水の循環過程における森林の役割についての研究動向を要約してみた。

### 2. 森林は雨を呼ぶか

#### (1) 議論相反する「森林と雨量」の問題

古来、「森林があると降水量が増加する」という説がある。これは、森林の樹木によって多量の水分が蒸散されるので、その水分が水蒸気となって、もとの森林に帰還するという解釈によるものであり、事実、多雨地方には森林がよく繁茂している。

しかしながら、この事実は、森林が繁茂しているから雨が多いのではなく、逆に、雨が多いから森林がよく繁茂するのではないか、つまり、森林は雨の原因ではなくて、結果ではあるまいかと一応考えられる。けれども森林の繁茂により、その地方の年降水量が増加したという報告もあり、これは問題の性質上、容易には解決し難い。

この問題を気象学上の事実にも照らしてみると、森林の存在が大局的に、その地方の雨量を変化させるという説は、否定されねばならない。すなわち、ある地方に降雨をもたらしには、その地方よりはるかに広大な地域から大気の水を流入する必要がある、単に一地方の水分が増加したからといって、その地方の降雨量が増加すると

## 本号の内容

§ 森林の国土保全機能 (I) ..... (1)

— 森林の水保全機能に関する研究の動向 —

農林水産省林業試験場 陶山正憲  
防災部治山第二研究室長

§ 逆風に立つ一村一品運動 ..... (4)

— 零細だが文化遺産として継統一

大分県経済農業協同組合連合会

園芸特産部長 山本聡明

は限らない。

これを要するに、森林が雨を呼ぶかという問題は、今日最終的な解決が得られたのではないが、気象学的には少なくとも否定的である。つまり、森林は一地方の降雨量を変化させることはできないが、特に林縁においては、大気中の水分を局所的に水として地表面に供給する事実が認められている。

(2) 林内雨量と林外雨量

森林は、ある一地方の全雨量を変えることはできないが、その雨量の局所的な分配を変えることはできる。

林内における降水の経路を考えると、降水の一部は樹木の枝葉に遮断されて地上には到達しないが、他の一部は樹冠流あるいは林内雨量として地上に達する。さらに、林内雨量には直達雨量と滴下雨量が含まれる。従って、林内で地表面に達する降水およびその分布は、無林地のそれに比べて大差がある。

そこで、林内雨量と森林の樹冠上の雨量(林外雨量)との関係を知るには、林外雨量として樹冠上の雨量を測定するか、林内の空地の雨量を測定するかのいずれかの方法が考えられる。現在、一般的には後者の方法が採用されているが、この方法では風の影響を受けやすい。例えばガイガーによると、マツ・ブナの混交林で平均樹高が26mの場合、風上側の林外雨量を1として、直径が樹高のそれぞれ0.46倍、1.47倍、3.36倍の空地の雨量を測定した結果では、雨量の比はそれぞれ0.87、1.05、1.02という値が得られている。

さて、林内雨量と林外雨量との関係については、既に幾つかの試験結果が示されているが、ここではその一例を紹介する。

まず九大粕屋演習林における試験結果によると、1~数降雨毎の林外雨量(林内の空地における雨量X)に対する樹種別林内雨量(Y)の回帰式は、

スギ林  $Y_S = -7.479 + 0.886 X$

ヒノキ林  $Y_H = -5.106 + 0.729 X$

広葉樹林  $Y_K = -1.266 + 0.612 X$

となり、樹種によって林内雨量と林外雨量の関係は異なることが報告されている。

次に林試九州支場の試験結果によると、林外雨量に対する照葉樹天然林とスギ人工林内の水収支の経年変化を水収支百分率で示すと、林内雨量は前者の方が多く、樹幹流下量と遮断量はいずれも後者の方が多くなる傾向がうかがわれる。その一例として、常緑広葉樹天然林とス

ギ人工林の水収支経年変化を図-1, 2に示す。

(3) 森林の降水遮断機能と雨水の行方

降雨期間中、樹木の枝葉に付着して一時保留され、降雨後蒸発して、結局地表面に到達しないものを樹冠遮断量という。森林の降水遮断量は樹種、森林構造、林齢などの森林条件と降雨量、降雨強度、継続時間などの降雨条件と共に、気温、風などの諸条件によって大きく異なるため一概には言えないが、既往の成果を要約すると、一連続雨量が100mm以上の大雨の場合には、森林の降水遮断量は5~10%程度となる。また1年間の遮断量につ

図-1 林外雨量に対する常緑広葉樹天然林内水収支の経年変化

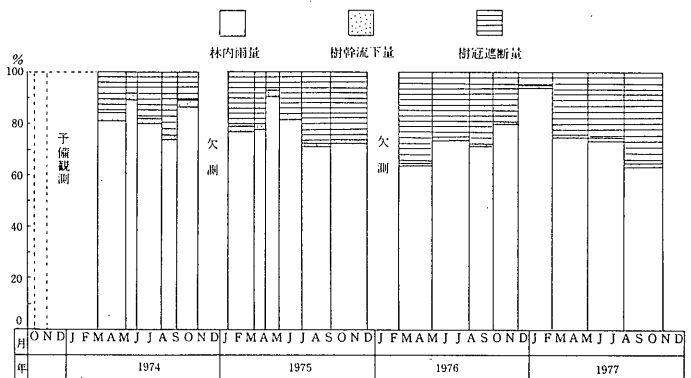
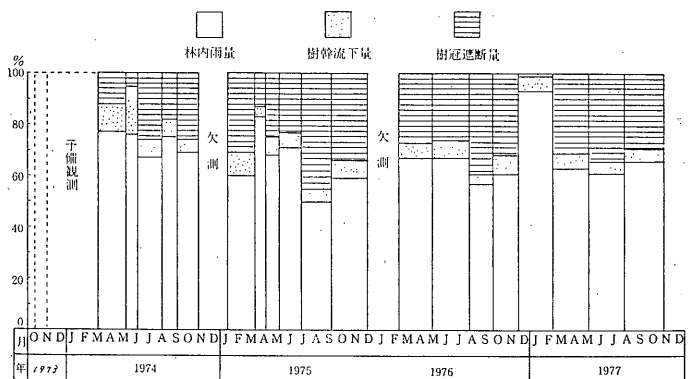


図-2 林外雨量に対するスギ人工林内水収支の経年変化



いては、年雨量の15%程度である。ただし、スギ、ヒノキのような針葉樹ではこれよりやや多くなるが、シイ、カンのような広葉樹では若干少なくなる傾向が認められている。

さて、森林の遮断機能を要約すると、次のような傾向が知られている。

- ①雨量が小さい程、遮断率は大きい。
- ②針葉樹の遮断率は広葉樹の遮断率より一般に大きい。
- ③針葉樹、広葉樹とも夏期に遮断率が大きい。
- ④蒸発量の多い所は、少ない所より遮断率が大きい。

⑤森林のうっぺい度が高い程、遮断率は大きい。

⑥森林の連年成長量が最大のとき遮断率は最大になる。

⑦森林の遮断量は、雨量が大きい程大きく、単木の遮断量は、樹幹に近い程大きい。

なお、樹冠に遮断された雨水は、降雨後に蒸発するが、ごく一部は植物の組織内に入る。また、雨水が葉面に附着することによって、蒸散作用が抑制されることが確認されている。

#### (4) 樹幹流と樹雨

樹木の枝葉に一時保留された雨水の一部は、枝から幹を經由して根元へ流下する。これを“樹幹流”という。樹幹流は量、率とともに雨量とともに増加するが、雨量がある一定量に達するまでは発生しない。樹幹流は樹皮の滑らかなもの程大きく、従って針葉樹より落葉広葉樹の方が、一般に樹幹流下量は多い。また、樹幹に対する枝のつく角度が大きいもの程、樹幹流下量は少ない。なお、針葉樹の場合には、樹幹流下率は遮断率より小さいが、広葉樹の場合には、樹幹流下率が遮断率より大きくなる時がある。

次に、“樹雨(キサメ)”は濃霧のときなどにしばしば見られる現象で、霧雨や水滴が枝葉に付着し、それが集合して大水滴となり、地表に落下する現象である。樹雨の発生時に林外雨量がない場合もあり、この時は樹木が雨を遮断するのではなく、逆に雨を生み出すのである。この現象を遮断の一種と考えれば、負の遮断ということになる。

### 3. 森林は流出量を増減させるか

#### (1) 流域における水分のバランス・シート

“森林が繁茂すると河川の流量が減る”と言われる場合と、逆に“それが増す”と言われる場合がある。両者は一見、相反する説のように思われるが、実は前提条件次第では、両者いずれも妥当な事実を指している。このような森林の働きの二面性を証明するため、まず一流域における水の循環過程を考えてみよう。

一般に、裸地流域の場合、地面に達した雨水は降雨強度が土壌の浸透能を越えると、地面の窪みに溜まり地面にある厚さの水の層を作る。これを“窪みの貯留(量)”という。さらに、降雨が継続し水の供給が続くと、ついに“表面流出”が発生する。この“表面流出”と土壌浅層の“中間流出”が一緒になって“直接流出”として、降雨中や降雨直後に河川に流入し、他の一部は地下水面まで降下して、地下水として間接的に河川に流入する。この間、地表面からの蒸発も発生する。このような流域内の水収支(水分のバランス・シート)は、森林の有無

にかかわらず、 $Q = P - (I + T + E + X + S) \dots\dots\dots ①$ で表わされる。ここで、 $Q$ は一定流域における期間内の流出量、 $P$ は同流域同期間の降水量、 $I$ は遮断量、 $T$ は蒸散量、 $E$ は蒸発量、 $X$ は他の流域への逃げ水量、 $S$ は流域内の土壌水分増加量である。なお、樹雨の場合には $I$ が、他の流域からの流入がある場合には $X$ が、土壌水分が減少する場合には $S$ が、それぞれ負となる。

さて、前述の森林の働きの二面性を証明するため、式①を期間別に検討してみる。

#### (2) 長期間の水収支に関する検討

ある長期間、例えば1年間について、森林伐採が流出量におよぼす影響について検討してみる。すなわち、1年間の水収支を考えると、上記式①で $X = 0$ 、 $S \doteq 0$ となり、 $S$ と $X$ の増減量は $I$ 、 $T$ 、 $E$ に比べて無視しうるので、有林地における水収支式は、 $Q_1 = P_1 - (I_1 + T_1 + E_1) \dots\dots\dots ②$

無林地における水収支式は、 $Q_2 = P_2 - (I_2 + T_2 + E_2) \dots\dots\dots ③$

のようにそれぞれ表わされる。

ここで、有林地と無林地の降水量が等しく( $P_1 = P_2$ )、無林地の遮断量と蒸散量をゼロ( $I_2 = 0$ 、 $T_2 = 0$ )と仮定すれば、式②、③から、 $Q_1 - Q_2 = E_2 - (I_1 + T_1 + E_1) < 0 \dots\dots\dots ④$

のように、有林地の流出量は無林地のそれより小さくなる。従って、この場合には、森林は河川の流出量を減少することになる。

#### (3) 短期間の水収支に関する検討

ある短期間、例えば冬の渇水期については降水量が少ないので、流出量は地下水に頼らざるを得ない。この場合、流出量は降水量を上回るわけである。すなわち、式①で $X = 0$ 、 $S < 0$ となるので、 $S = -S'$ とすれば、有林地の水収支式は、 $Q_1 = P_1 + S_1 - (I_1 + T_1 + E_1) \dots\dots\dots ⑤$

無林地の水収支式は、 $Q_2 = P_2 + S_2' - (I_2 + T_2 + E_2) \dots\dots\dots ⑥$

のようにそれぞれ表わされる。

ここで、有林地と無林地の降水量が等しく( $P_1 = P_2$ )、無林地の遮断量と蒸散量をゼロ( $I_2 = 0$ 、 $T_2 = 0$ )と仮定すれば、式⑤、⑥から、

$Q_1 - Q_2 = (S_1' - S_2') - \{(I_1 + T_1 + E_1) - E_2\} > 0 \dots\dots\dots ⑦$

のように表わされる。式⑦で、右辺第1項の差は、右辺第2項の差に比べて、はるかに大きくなる。従って、渇水期においては、森林は河川の流出量を増加させることになる。