

# 間伐強度が樹冠の降雨配分に及ぼす影響

名古屋大学大学院生命農学研究科 研究生 ○ 藤田裕二

ふじたゆうじ  
はっとりしげあき  
教授 服部重昭

## 要旨

間伐が森林の水源かん養機能に及ぼす効果を定量的に評価することが重要な課題となっています。そこで、間伐強度の違いが樹冠の降雨配分に及ぼす影響を定量的に解明することを目的としました。材積間伐率で対照区（0%区）、36%区、51%区、64%区の調査プロットを設定し、降雨配分を測定しました。樹冠通過雨量は、間伐強度が増すにつれて増加する傾向がみられ、対照区と比べ64%区において7%の増加が確認されました。

## はじめに

今日、我が国の森林面積の5割以上が水土保持林に区分されていることから、森林の水源かん養機能への期待が大きいといえます。その一方で、人工林における間伐の実施が不十分であることから、その水源かん養機能の低下が危惧されています。よって、水源かん養機能を持続的に発揮させるため、間伐をいかに進めていくかが課題といえます。そのような中、間伐が水源かん養機能に及ぼす影響についての研究は少なく、十分に解明されていないのが現状です。そこで、水源かん養機能への影響評価の第一歩として、樹冠の役割である降雨配分に着目し、間伐強度の違いが樹冠における降雨配分に及ぼす影響を定量的に解明することを目的としました。

樹冠の降雨配分とは、森林に降った雨が樹冠において、樹冠遮断量、樹冠通過雨量、樹幹流下量の3つに分けられることである。樹冠遮断量は、樹冠に付着し蒸発する雨量であり、林床に到達する雨量を減らす成分となります。この成分は、森林では他の植物群落より大きく降雨の約20%を占めるといわれています。その残りの約80%が、樹冠を通過し林床に到達する雨量である樹冠通過雨量と、樹幹を流下し林床に到達する雨量である樹幹流下量となります。

## 1 試験地概要

岐阜県下呂市小川長洞国有林を試験地とし調査を行いました。本試験地は、標高550mの北斜面で、その平均傾斜は30度です。また、土壌は褐色森林土で、気象は年平均気温14度、年間降水量約2500mmです。林況として、ヒノキが昭和58年に400本/haの密度で植付けられました。その中に、1辺が約20mの方形プロットが4つ隣接して設置されました。その1つを対照区とし間伐を行わず、残りの3つのプロットにおいて異なる間伐率で間伐が行われました。その間伐状況を表1に示しました。間伐は平成12年と平成18年の2回行われ、平成18年度の間伐は材積率で36%、51%、64%でありました。

表1 間伐状況

材積率	対照区	No.1	No.2	No.3
%(H.12)	0	20	30	40
%(H.18)	0	36	51	64
本/ha	3522	1800	1000	864

## 2 測定方法

森林構造と微気象、そして降雨配分について測定を行いました。

森林構造を表すものとしてLAIと樹冠植被率を算出しました。LAIとは葉面積指数と呼ばれ、葉の量を表す指標で、各プロットの7地点でLAI-2000を用いて測定しました。また樹冠植被率とは、林内で上空を見上げたとき樹冠が占める割合をパーセントで示したものです。各プロットの中央の1地点で魚眼レンズを用いて撮影し、LIA32と呼ばれる森林情報の画像解析ソフトにより算出しました。LAIと樹冠植被率のどちらも平成18年8月に測定を行いました。

林内の微気象として気温、湿度、日射量、風速について、対照区、36%区、64%区において測定を行いました。各プロットに微気象観測ポールを設置し、それに上記の各種センサーを取り付け、それらからの信号をWatchdogデータロガー（Spectrum社）に収録することにより、平成18年の6月～11月にかけて測定しました。

降雨配分については、樹冠遮断量は直接測定することが困難なため、式(1)で示されるように林外雨量から樹冠通過雨量と樹幹流下量を差し引くことで算出しました。林外雨量、樹冠通過雨量、樹幹流下量についても平成18年の5月～11月にかけて測定しました。林外雨量は、調査プロット近くの開けた林外の4ヶ所に貯留型雨量計または0.2mm転倒マス雨量センサ（RG2-M インストゥルメント社）を用いて測定しました。樹冠通過雨量は、各調査プロットに貯留型雨量計を3台と0.2mm転倒マス雨量センサを1台を配置し測定しました。なお、平均値を出すために、貯留型雨量計は同一地点での数回の測定後に移動を行いました。樹幹流下量は、各調査プロットの4本の測定木の幹にウレタンマットを巻きつけることで樹幹流下量を捕捉し、貯留型雨量計または転倒マス雨量センサを用いて測定しました。

$$I = Pg - Pt - Ps \tag{1}$$

$I$ : 樹冠遮断量  $Pg$ : 林外雨量  $Pt$ : 樹冠通過雨量  $Ps$ : 樹幹流下量

## 3 結果と考察

森林構造として算出したLAIと樹冠植被率について各プロット間で比較した結果、LAIは間伐強度が増すにつれて減少し、樹冠植被率は対照区が他の間伐区より6%ほど高いことがわかりました(図1)。ただし、樹冠植被率の算出のための魚眼レンズ撮影が中央の1箇所のみであったことから、今後、撮影箇所の増加が必要となります。

微気象として、調査プロット間の違いが明確にみられた日射量について報告します。高さ4mにおける対照区、36%区、64%区の日平均日射量は6月～11月にかけてどのプロットも減少傾向が確認されました(図2)。また、高さ10mの日射量に対する高さ4mの日射量の割合は、間伐強度が増すにつれて増加することが確認されました(図3)。

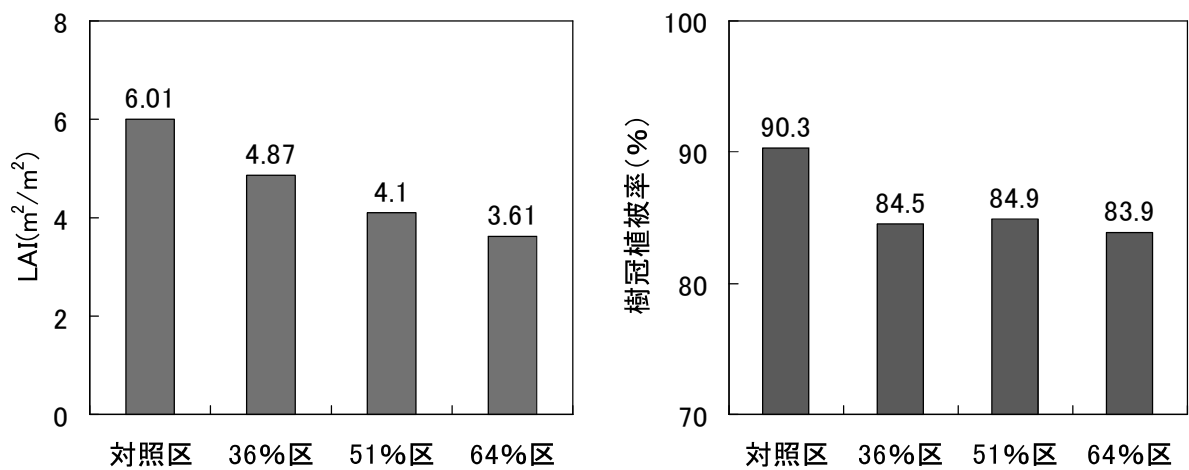


図1 各プロットの森林構造

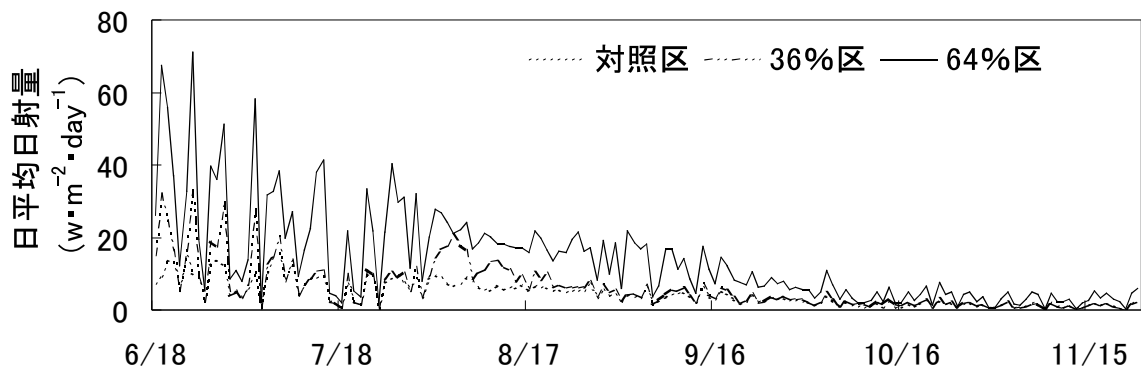


図2 各プロットの日平均日射量

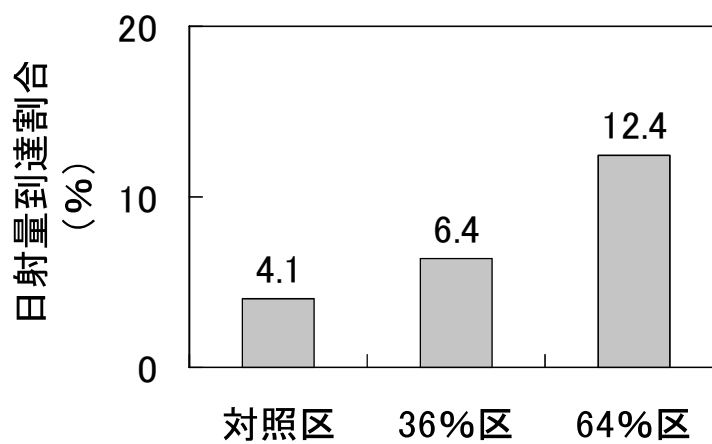


図3 各プロットの日射量到達割合

(注) 日射量到達割合 (%) =  $\frac{\text{高さ4mの平均日射量}}{\text{高さ10mの平均日射量}} \times 100$

降雨配分の計算に用いた林外雨量は、林外で測定した4ヶ所の中で最も調査プロットに近い測定ポイントの値です。5月～11月にかけての総降水量は1829mmで、降雨回数は66回でありました。その内一降雨量が20mm以下の降雨が約8割を占めました(図4)。

樹冠通過雨量は、図5に林外雨量との関係を示しました。その結果、どの測定ポイントにおいても林外雨量と高い相関で直線回帰できました。また、その回帰式が各測定ポイントで異なることから、樹冠通過雨量の空間的ばらつきが確認できました。そして、各プロットの樹冠通過雨量を比較すると、林外雨量との直線回帰における回帰係数が、間伐強度が増すにつれて増加する傾向がみられました(図6)。なお、解析には各プロットにおける4つの測定ポイントの平均値を用いました。さらに、総林外雨量に対する総樹冠通過雨量の割合である樹冠通過雨率についても、間伐強度が増すにつれて増加する傾向がみられました(図7)。また森林構造と樹冠通過雨率の関係を図8に示しました。その結果、樹冠植被率の増加にともない樹冠通過雨率の減少が確認されました(Llorens and Gallart, 2000)。

樹幹流下量は、図9に林外雨量との関係を示しました。その結果、どの測定木においても林外雨量と高い相関で直線回帰できました。そして、胸高直径が大きくなるにつれて回帰係数の増加傾向がみられました。この胸高直径と回帰係数の関係から、各プロットの樹幹流下量の算出を行いました。胸高直径と回帰係数の相関係数が0.7以上で累乗式により回帰できたため(Park et al, 2000)、この累乗式を用いて胸高直径から各プロットの全木の樹幹流下量の林外雨量との回帰式を推定しました(図10)。その回帰式に、林外雨量をあてはめることで各プロットの樹幹流下量を算出し、総林外雨量に対する総樹幹流下量の割合である樹幹流下率について各プロットで比較した結果を図11に示しました。その結果、間伐強度の増加にともない樹幹流下率の減少がみられました。このことは、服部ら(1988)も指摘しているように、間伐強度の増加にともなう本数が減少することのよると推察されました。

樹冠遮断率は、100%から樹冠通過雨率と樹幹流下率を差し引いて求めました(図12)。その結果、対照区、36%区、51%区、64%区の順に、129%、122%、137%、86%となり、間伐強度が増すにつれて樹冠遮断率の減少傾向がみられました。ただし51%区においてはその傾向からはずれましたが、この原因として樹冠通過雨量の空間分布の把握が不十分であったことが挙げられます。51%区において樹冠通過雨量の少ないポイントでの偏った測定のため、樹冠通過雨量を過少評価したためと考えられました。

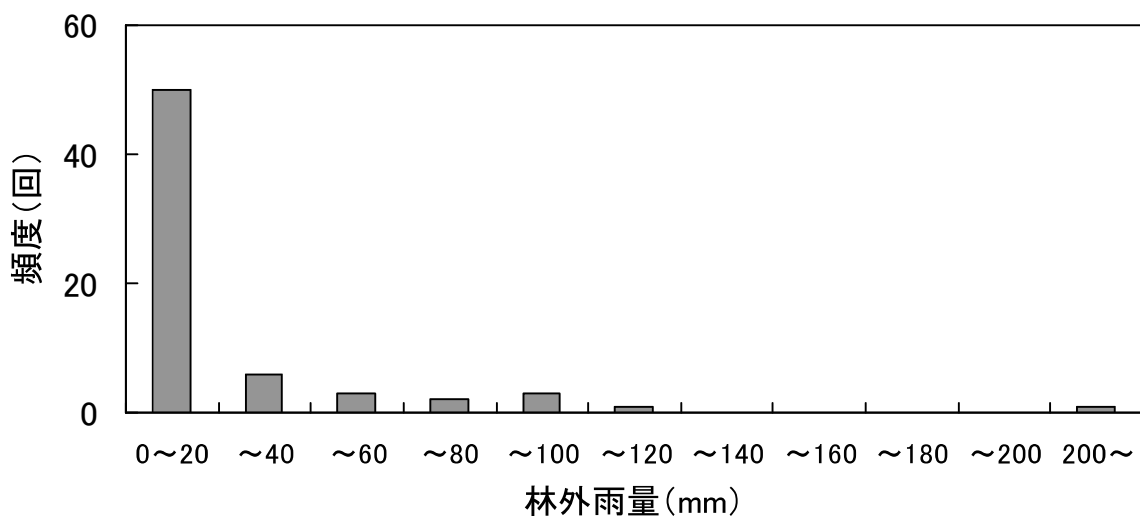


図4 林外雨量の頻度分布

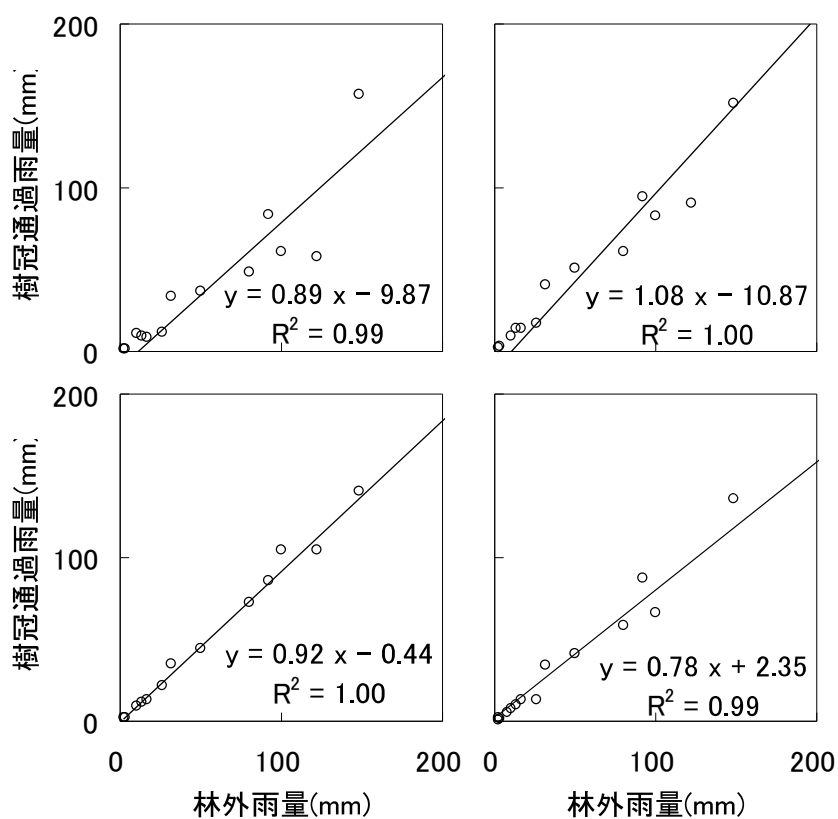


図5 36%区の樹冠通過雨量

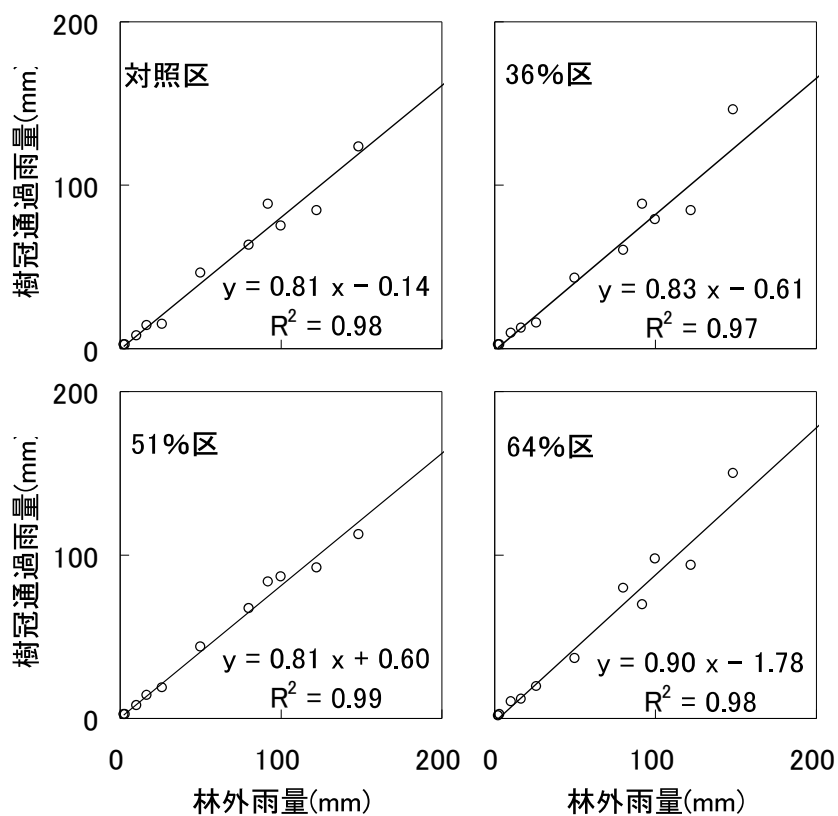


図6 各プロットの樹冠通過雨量

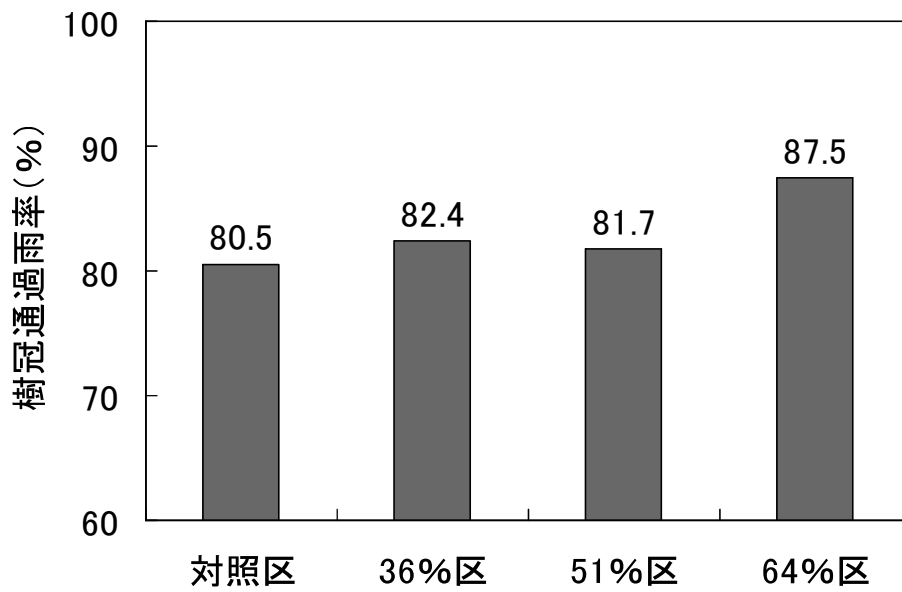


図7 各プロットの樹冠通過雨率

(注)

$$\text{樹冠通過雨率 (\%)} = \frac{\text{総樹冠通過雨量}}{\text{総林外雨量}} \times 100$$

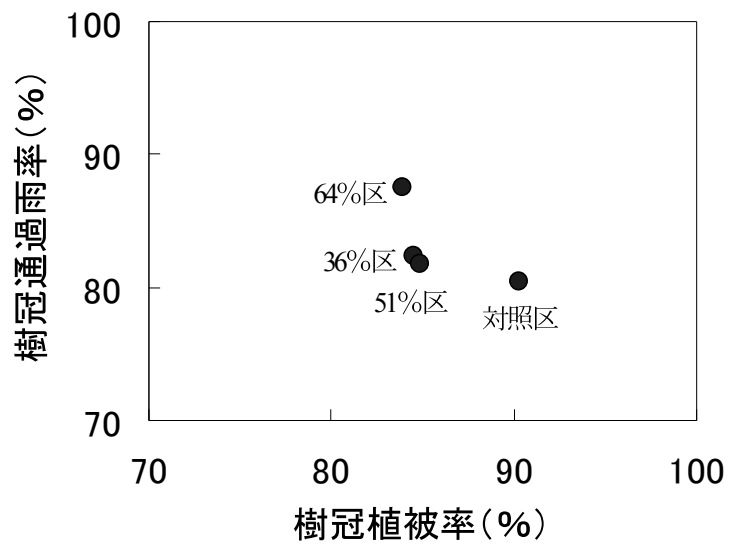


図8 樹冠通過雨率と樹冠植被率

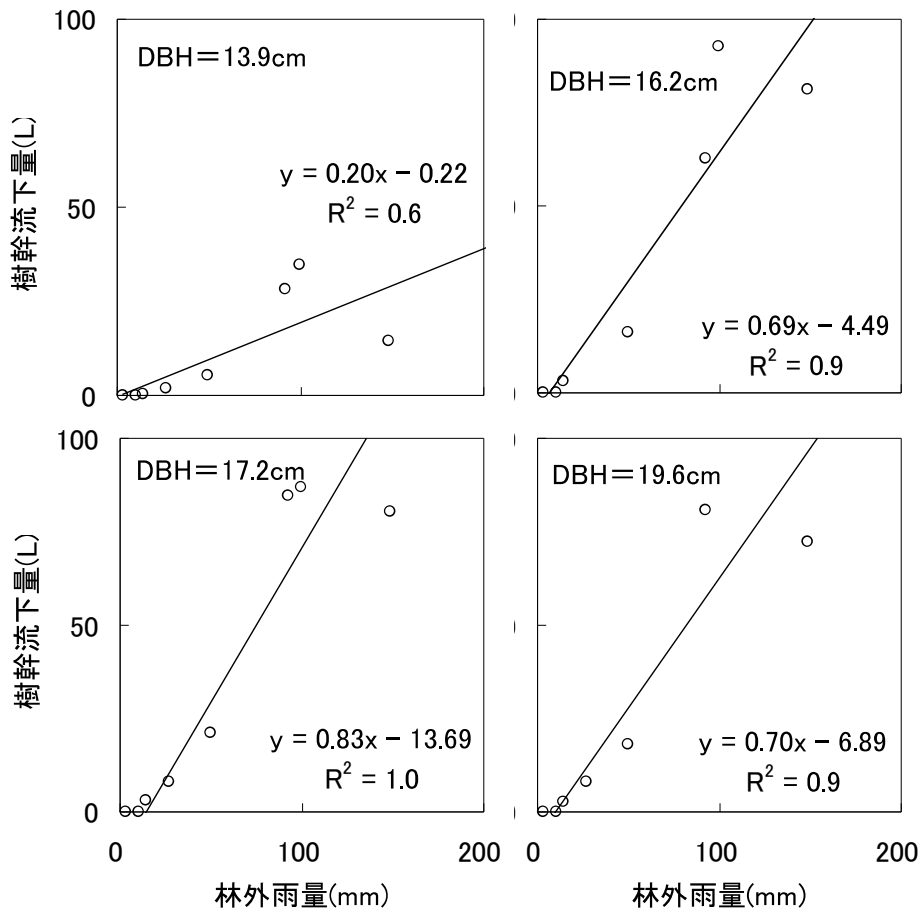


図9 64%区の樹幹流下量

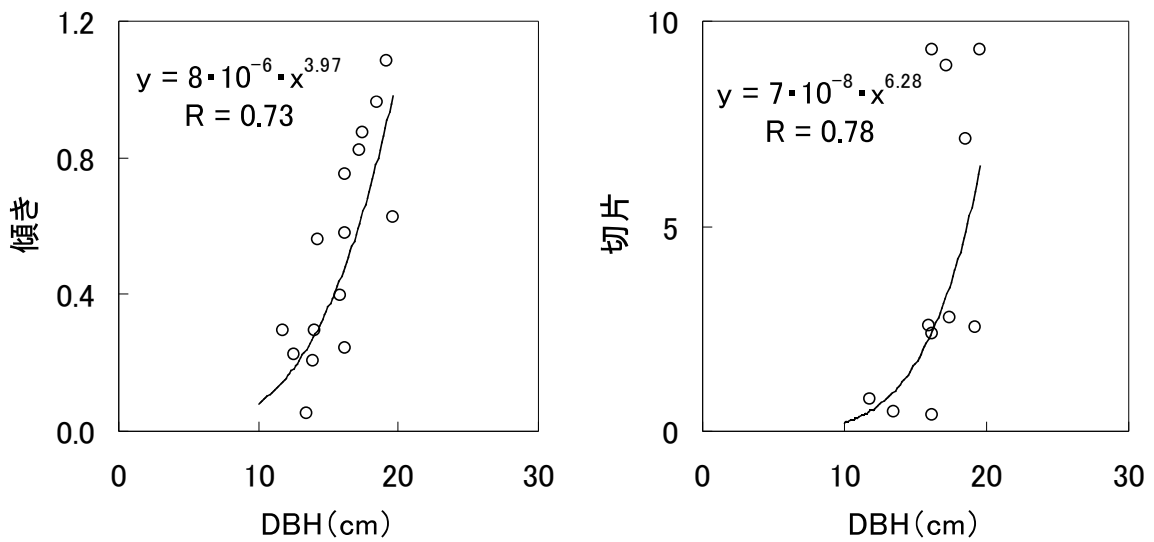


図10 胸高直径と回帰係数の関係

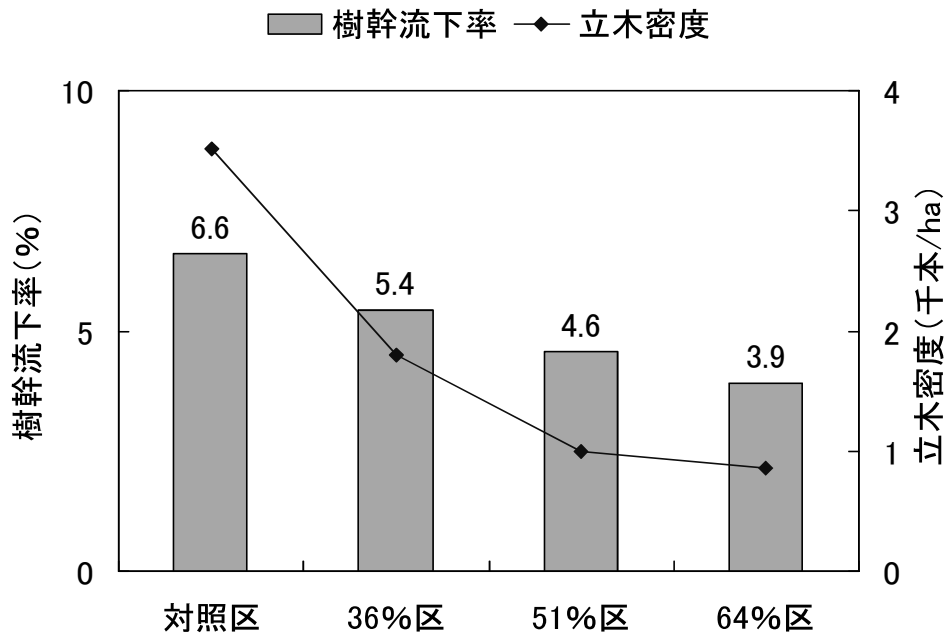


図11 各プロットの樹幹流下率

(注)

$$\text{樹幹流下率 (\%)} = \frac{\text{総樹幹流下量}}{\text{総林外雨量}} \times 100$$

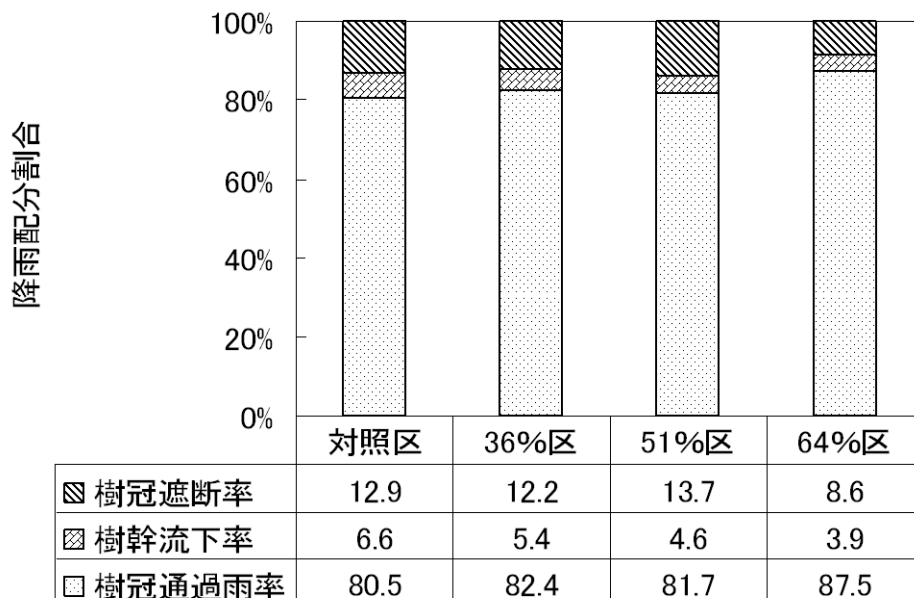


図12 各プロットの降雨配分割合

(注)

$$\text{樹冠遮断率 (\%)} = 100 - (\text{樹冠通過雨率} + \text{樹幹流下率})$$



おわりに

本研究は森林施業である間伐が森林の水循環に及ぼす影響の解明を目標とし、その取っ掛かりとして樹冠の降雨配分について調査しました。その結果、樹冠遮断率は間伐強度が増すにつれて減少する傾向がみられ、対照区と比べ材積間伐率 64%区での樹冠遮断率は 43%の減少が確認されました。しかし、さらに定量的に解明するためには、樹冠通過雨量の空間分布を考慮する必要があります。また今後、間伐による森林構造や微気象の変化を降雨配分と関連付けて考察を進めることが必要となります。

最後に、中部森林管理局森林技術センターの所長様はじめ職員の皆様には、試験地の提供および観測にあたり様々なご配慮を頂きました。また森林資源利用学研究分野の教員の皆様には、多くの助言を頂き、学生の皆様には調査の協力を快く引き受けて頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

林野庁 (2005) 平成 16 年度森林・林業白書、日本林業協会

塚本良則 (1992) 森林水文学、文永堂出版

中部森林管理局 (2004) 小川長洞国有林各種実験林、森林技術センタ

Llorens, P., Gallart, F. (2000) A simplified method for forest water storage capacity measurement. *Journal of Hydrology* 240, 131-144.

Park Ho-Taek, Hattori, S., Kang Hag-Mo. (2000) Seasonal and Inter-Plot Variation of Stemflow, Throughfall and Interception Loss in Two Deciduous Broad-Leaved Forest. *Journal of Japan Society of Hydrology & Water Resources* 13, 17-30.

服部重昭、近嵐弘栄 (1988) ヒノキ林における間伐が樹冠遮断に及ぼす影響、*日林誌* 70, 529-533.