

短 報
Note

幼齡林の樹冠遮断量測定のための 大型雨量計の検定

越智匠作*・太田猛彦*・田中延亮**・堀田紀文**

(平成 19 年 10 月 15 日受付/平成 20 年 1 月 18 日受理)

要約：幼齡林における樹冠遮断量の測定上の問題点を解決できるような大型雨量計のデザインを提示し、実際に作製した大型雨量計を用いてその実用性を検討した。雨量計の重要な要素である受水面積は、我が国の一般的な幼齡林の植栽密度、植物への影響、メンテナンス性、既往の大型雨量計を用いた樹冠遮断研究における受水面積の決定基準などを参考にして、約 5 m^2 が適当であると決めた。大型雨量計の実用性は、次の各実験により確認した。まず、降雨強度の大きい降雨イベントにおいても雨量計からの排水水量を正確に測定できるようにするために、本研究で用いた 500 mL の転倒マス型量水計を対象に大流量を含めた流量検定を行い、流量と 1 転倒に要する水量との関係を求めた。次に、大型雨量計の初期損失量を求めたところ 0.2 mm 以下であり、大型雨量計の排水性は良好であった。さらに、大型雨量計の受水面積を厳密に求めるために、自然降雨を対象にした大型雨量計と貯留型雨量計の比較観測を行った。転倒マス型量水計の検定結果を考慮して補正した大型雨量計からの排水水量と、貯留型雨量計が示した雨量の関係は、良好な直線関係を示しており、その直線の傾きから大型雨量計の厳密な受水面積を決めた。また、その直線関係は、通常の降雨イベントだけでなく強度の大きい降雨イベントにおいても成り立っていたため、本研究で提示した大型雨量計は降雨強度の大きいイベントにも耐えうる実用性の高い雨量計であることがわかった。

キーワード：大型雨量計、幼齡林、樹冠遮断量、転倒マス型量水計の検定

1. はじめに

森林からの蒸発散量の一要素である樹冠遮断量を観測から求める方法に、林外降水量から、群落スケールの樹冠通過雨量と樹幹流下量の合計を差し引いて求める方法がある。これまで、その手法を用いて世界中の多様な森林群落の樹冠遮断量が調べられてきたが、幼齡林での観測事例は極端に少ない。そのため、例えば、森林の成長に伴った蒸発散量の長期的な変化を調べる際、幼齡林の樹冠遮断量には、森林の成長モデルと蒸発散モデルのパラメータ操作によって求められた予測値が与えられており^{9,15)}、観測値は用いられていない。幼齡林における樹冠遮断量の実測事例が少ない理由の一つとして、幼齡林における樹冠通過雨量や樹幹流下量の測定が難しいことが挙げられる。一般に、幼齡林の生枝下高が非常に低いため、既往研究で使われているようなノートを取り付けたプラスチックボトルや樋を用いた樹冠通過雨量の測定装置と幹への樹幹流採取装置の設置が難しい。また、樹冠が閉鎖しきらないため、樹冠通過雨量の空間的なばらつきが大きくなることも観測を困難にしている理由として挙げられる。これらの測定上の問題を回避するためには、例えば、CALDER と ROSIER²⁾ が提案しているような大面積のシートで林床を覆い、そのシート内の樹冠通過雨量と樹幹流下量をまとめて一台の転倒マス

型量水計で測定する大型雨量計の利用が効果的である。しかし、このような大型雨量計を用いた場合、大雨時に転倒マス型量水計へ大流量が集中するため、あらかじめ大きい流量が流れた場合の転倒マス型量水計の性能や挙動について把握しておく必要がある^{1,13)}。大流量が転倒マス型量水計に集中するような強度の強い降雨イベントにおける樹冠遮断量を正確に把握することは、豪雨時の洪水流量の軽減や土砂災害の防止に対して森林が果たす役割を理解するために重要であり⁷⁾、また、近年提示されているような降雨中の飛沫雨滴蒸発モデル⁸⁾ という新しい樹冠遮断モデルを検証するための観測データの取得のためにも重要である。そこで、本研究では、上で述べたような幼齡林の樹冠遮断量を測定する際の問題点を解決できる大型雨量計を提案し、その雨量計の実用性について検討した。

2. 形状と作成方法

大型雨量計の規格の中で最も重要な項目は受水面の面積である。既往研究の受水面積の決定方法を参照すると、例えば、RAO¹¹⁾ はカシューナッツプランテーションの樹冠通過雨量を大型雨量計で計測しているが、その際、カシューナッツの植栽間隔 ($6\text{ m} \times 6\text{ m}$) の 1 区画分の面積に相当する 36 m^2 を雨量計 1 台あたりの受水面積としている。同様に、TEKLEHAIMANOT ら¹²⁾ が多様な植栽間隔のシトカトウ

* 東京農業大学地域環境科学部森林総合科学科

** 東京大学農学生命科学研究科

ヒの樹冠通過雨量を大型雨量計で計測しているが、各林分の植栽間隔の1区画分を雨量計1台あたりの受水面積(4~64 m²)にしている。また、塚本ら¹⁴)は日本のスギを対象にした実験において、1本のスギ個体を含むような大きさの受水面積をもつ大型雨量計を用いている(文献からは受水面積は不明)。一方、CALDERとROSIER²⁾のノルウェートウヒ人工林やCALDERら³⁾の熱帯雨林における実験では、共に雨量計1台あたりの受水面積が40 m²であり、雨量計内に多数の樹幹を含むような雨量計を用いている。ただし、このように受水面積が大きくなると、雨量計の設置が受水枠内の樹木にとって水分欠乏等の悪影響を与えることがある^{2,4)}。さらに、受水面積が必要以上に大きくなると、転倒マス型雨量計への過剰な流入量の発生や落葉落枝のつまりの原因となる。そこで、本研究では、幼齢林の樹冠遮断量計測のための雨量計として、我が国の人工幼齢林の一般的な植栽密度(2,000~4,000 trees ha⁻¹=2.5~5 m² tree⁻¹)⁵⁾、植物への影響、メンテナンス性を考慮して、約5 m²の受水面積を持つ大型雨量計が適当であると判断した。以下では、その雨量計の作成方法について述べる。

図1のように、大型雨量計の受水枠の形状は一辺が約2.24 mの正方形をしており、受水面積は約5 m²となるように作成した(厳密な受水面積は、3-(3)の検定で決定される)。受水枠の各辺は、厚さ1 mmの塩化ビニルシート(以下、塩ビシートとする)で作られている。各辺の塩ビシートは、角材で作られた雨量計の台座に密着させて固定した。受水枠の底には、プラスチック製の波板をやや傾けるように張り、捕捉した降雨を台となる枠の一边に取り付けた塩化ビニル製の樋に排水するようにした。その樋からの排水は、樋の先に接続した転倒マス型雨量計(1転倒500 mL規格、UIZ-TB500、ウイジン、東京)で測定し、転倒時刻をデータロガー(HOBO event, Onset Computer Corp., MA, USA)で記録するようになっている。なお、受水枠と波板の間は、シリコンで充填して漏水を防ぐようにした。また、受水枠の高さは0.3 mとした。現地観測において、受水枠内に樹幹が含まれる場合には、波板を加工して樹幹を通すことができる(その場合、幹と波板の間には

シリコンを充填する)。

本研究では、以上のような大型雨量計を3台作成し(以下、大型雨量計1、大型雨量計2、大型雨量計3とする)、次章で述べる検定を行った。

3. 検定方法

(1) 転倒マス型雨量計の検定

転倒マス型雨量計は左右のマスが切り替わる間にも水が流下するため、転倒マスへの流入流量の増大に伴い、流量を過小評価することが知られている。CALDERとKIDD¹⁾は、その左右のマスが切り替わる時間は、流量に関係なく一定であることを前提条件として、転倒マス型雨量計の検定を行っている。これは、転倒マス型雨量計を1転倒させるのに必要な水量は、流量の増加に伴って線形的に増加することを前提としていることを意味する。一方で、白木・大和¹³⁾が日本製のいくつかの転倒マス型雨量計の検定を行った結果によれば、流量の増加に伴った転倒マス型雨量計を1転倒させるのに必要な水量の増加傾向は、転倒マス型雨量計によって異なり、線形的に増加する場合と非線形的に増加する場合があるとしている。つまり、左右のマスの切り替わる時間が、流量によって変化することを意味している。これまで、本研究で用いた雨量計の大流量に対する検定が報告されることがないため、ここでは、白木・大和¹³⁾の方法に従って検定を進めることにした。実験の方法は、転倒マス型雨量計に0.2 mL s⁻¹から219.8 mL s⁻¹の範囲の8種類の一定流量を流入させて、流量 Q (mL s⁻¹)と転倒マス型雨量計が1転倒に要する水量 V (mL)との関係(以下、 $Q-V$ 関係)を求めることとした。仮に、大型雨量計の受水面積が5 m²であるとする、8種類の流量の範囲は、0.2 mm h⁻¹から158.3 mm h⁻¹の降雨強度の範囲に相当し、実際に発生すると想定される降雨強度の範囲をおおむねカバーしていることになる。

本研究では、3台の大型雨量計に対して別々の転倒マス型雨量計を用いているが、この検定は大型雨量計1に使用した転倒マス型雨量計のみを対象に行い、その検定結果は他の2台にも共通すると仮定した。

(2) 初期損失量の測定

大型雨量計の波板や受水枠に付着して転倒マス型雨量計に到達しない水分量(以下、初期損失量 P_L とする)の定量的な評価をしておくことが大切である^{6,10,12)}。そのため、本研究で提示した大型雨量計の初期損失量を評価するために、大型雨量計が十分に乾いた状態で、一定量(10 L)の水を大型雨量計内に流し込み、樋から排水される水量をバケツで受けてメスシリンダーで計測した。なお、一定量の水を雨量計に流し込む際、波板や受水枠がまんべんなく濡れるように流し込んだ。また、3台の大型雨量計の形状と使用した素材はほぼ同じであったため、初期損失量の実験は大型雨量計2のみを対象として行い、そこで得られた値を大型雨量計1と3にも適用することにした。この実験は3回行った。

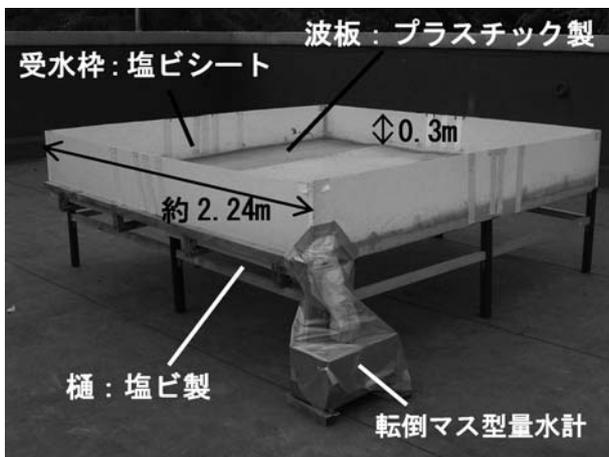


図1 大型雨量計の概要

(3) 受水面積決定のための貯留型雨量計との比較観測

大型雨量計の受水面積は約 5 m^2 を目安に作製されたが、自作しているために寸法に多少の誤差が生じている可能性がある。本研究では、自作した3台の大型雨量計それぞれの正確な受水面積を調べるために、自然降雨を対象として、直径 20 cm の円形の受水面をもつ貯留型雨量計（貯水型指示雨量計、大田計器製作所、東京）との比較観測を実施した。その方法は、次の通りである。

まず、貯留型雨量計の観測をおこなった観測回毎に、各観測対象となった期間中に大型雨量計の樋から排水された水量を求める。ここでの水量とは、各観測回の総転倒回数に転倒マス型量水計の容量である 500 mL を乗じたもの（以下、未補正排水水量）ではなく、転倒マス量水計の転倒時刻間隔 T (s) の記録から求めた Q を観測回毎に合計した水量（以下、補正排水水量）である。ここで、 T から Q を求めるための関係式、すなわち $T-Q$ 関係は、実験で求めた $Q-V$ 関係および $T=V/Q$ より解析的に求めた¹³⁾。また、本研究では、 T の値として10分間平均の T を用いた。

次に、観測回毎に、大型雨量計の樋の排水部に到達する雨量を求める。その値は、貯留型雨量計で測定された降雨量 P (mm) から、観測対象となった期間中に起こった降雨イベントの回数 n に P_L を乗じた初期損失量の合計を差し引いた雨量、すなわち正味の排水雨量（以下、正味排水雨量 $P-nP_L$ ）を求めた。この正味排水雨量と先に求めた補正排水水量との関係から、単位水量あたりの降水量が求まり、雨量計の受水面積が決定される。

以上の自然降雨を用いた比較観測は、東京大学農学部1号館の屋上（東京都文京区弥生）において、大型雨量計1については2005年7月5日から2005年9月6日の間に発生したすべての全降雨イベントを4回に分けて、大型雨量計2については2005年8月26日から2006年1月17日までの全降雨イベントを13回に分けて、大型雨量計3については2006年4月8日から2006年4月25日までの全降雨イベントを4回に分けて観測した。このうち、大型雨量計1と2の実験期間内である2005年9月4日から9月5日にかけて発生した降雨イベントは、瞬間最大降雨強度が 100 mm h^{-1} を超える降雨強度を持つ降雨であった。このような強い降雨強度を持つ降雨イベントに対して、各大型雨量計が正常な測定値を示すかどうかという点は、本研究の着眼点の一つである。

4. 結 果

(1) 転倒マス型量水計の検定

図2に、本研究で用いた転倒マス量水計の $Q-V$ 関係を示した。図2より、流量が増加するに従って転倒マス型量水計が1転倒に要する水量は増加することがわかる。この増加傾向に関して、白木・大和¹³⁾は、直線型と放物線型の2種類の関数形があること、どちらの関数形が適合するかは転倒マス型量水計によると指摘している。本実験において得られた $Q-V$ 関係は、白木・大和¹³⁾が提示した関数形のうち、放物線型に適合した（図2）。図2に示した関数式を用いて計算される1転倒に要する水量と、実際に1転倒

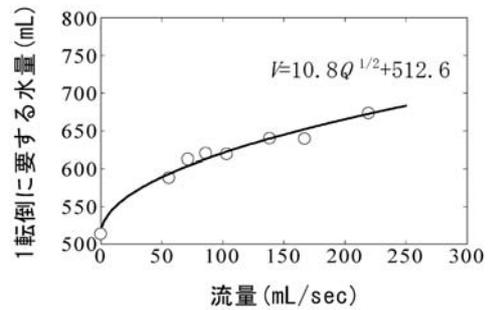


図2 流量 (Q) と1転倒に要する水量 (V) との関係

に要した水量との誤差は $\pm 3\%$ 以内であり、白木・大和¹³⁾の実験と同様の誤差であった。

(2) 初期損失量

大型雨量計2に流し込んだ水量 (10 L) と、大型雨量計の排水部から流出した水の水量の差は、3回の実験において、それぞれ 0.900 L 、 0.865 L 、 0.825 L であった。ここで、大型雨量計の受水面積を 5 m^2 とすると、3回の実験で得られた大型雨量計の P_L は、それぞれ 0.180 mm 、 0.173 mm 、 0.165 mm であり、その平均値は 0.173 mm であった。実際には、各大型雨量計の受水面積は 5 m^2 とは若干異なっており、 P_L の値も上で示した値とは若干異なると思われる。ただし、本実験で得られた P_L は小さい値であったため、受水面積の変化に伴う P_L の変化は微小であると考えられる。そのため、本研究では、大型雨量計の P_L として、上で得られた平均値である 0.173 mm を用いることにした。

(3) 貯留型雨量計との比較

図3に、各大型雨量計において観測毎に得られた補正排水水量と正味排水雨量との関係を示した。両者は、いずれの雨量計においても原点を通る直線上（各図の実線）に良好にプロットされた。図3では、水量の補正の効果を調べるために、未補正排水水量と正味排水雨量との関係も示している。図3より、未補正排水水量と正味排水雨量との直線関係（各図の点線）は、補正排水水量と正味排水雨量の直線関係よりもばらつきが大きいことがわかる。ここで、大型雨量計1と2の実験期間に発生した 100 mm h^{-1} を超える降雨強度を持つ降雨イベント（各図の矢印）に着目すると、未補正排水水量と正味排水雨量との直線関係が悪くなる主要な原因は、図中の矢印のような降雨強度の強いイベントにおいて、未補正排水水量が水量を過少に評価している点であることがわかる。一方で、このように強度の強い降雨イベントであっても、転倒マス量水計の検定に基づいた補正式を用いれば、本研究で提示する大型雨量計は実用に耐えることがわかった。

図3において、実線の直線の傾き（単位補正水量あたりの正味排水雨量、 mm L^{-1} ）が雨量計毎に異なるのは、雨量計毎に受水面積が若干異なることを反映している。補正水量と正味排水雨量との関係を表す直線の傾きは、 0.185 （大型雨量計1）、 0.172 （大型雨量計2）、 0.178 （大型雨量計3）

となった。これらの値から、各雨量計の受水面積を計算すると、 5.4 m^2 (大型雨量計 1)、 5.8 m^2 (大型雨量計 2)、 5.6 m^2 (大型雨量計 3) となった。大型雨量計の受水面積は 5 m^2 を目安に作成されたが、貯留型雨量計との比較実験の結果、各雨量計の厳密な受水面積は 5 m^2 とは異なっていることがわかった。この原因については、次章で考察する。

5. 考察と結論

本研究では、幼齢林における樹冠遮断量の測定上の幾つかの問題点を解決できるような大型雨量計のデザインを提示し、実際に作成した大型雨量計を用いてその実用性を検討した。

雨量計のデザイン上で重要な項目である受水面積に関しては、我が国の一般的な幼齢林の植栽密度⁵⁾、雨量計内外の植物への影響^{2,4)}、メンテナンス性¹²⁾、既往研究における受水面積の決定基準^{11,12)}を参考にして、約 5 m^2 程度の受水面積をもつ雨量計が適当であると判断した。

大型雨量計から排水される流量を計測するための転倒マス型量水計の検定は、白木・大和³⁾の方法に従って行った。その結果、本研究で用いた転倒マス型量水計は、流量の増加に伴って 1 転倒に要する水量が増加し、その増加傾向は放物線型の関数に適合した (図 2)。これは、未補正のまま流量を算出すると、流量を過少評価することを意味する。特に、図 3 の矢印で示したような強度の大きい降雨イベントでは、大型雨量計からの排水水が転倒マス流量計に集中するため、その過少評価は顕著であった。冒頭で述べたように、山地災害を引き起こす豪雨の際の樹冠遮断量データの取得や飛沫雨滴蒸発モデル⁸⁾の検証データを取得することを念頭においた場合には、排水量の過少評価は重大な観測エラーとなる。そのため、受水面積の大きい大型雨量計を用いた樹冠遮断量の観測において、転倒マス型量水計の検定及びその検定結果を用いた排出量の補正は必要不可欠であるといえる。また、3-(2)節で述べたように、本研究では、転倒マス型量水計を 1 台だけ検定し、その検定結果が他の 2 台に共通するとした。しかし、上記の検定の重要性に加えて、転倒マス型量水計に機差があることを考慮すると、個々の転倒マス型量水計を対象とした検定が望ましいといえる。

既往研究において、大型雨量計の初期損失量が問題視される場合があったが^{6,12)}、本研究で作成した大型雨量計の初期損失量は 0.2 mm 以下となり比較的小さい値であった。これは、本研究で作成した大型雨量計の構造や素材が適切であり、排水性が良好であったことを意味する。

本研究では、大型雨量計の正確な受水面積を決めるために、自然降雨を用いて、貯留型雨量計が示す雨量と大型雨量計の排水量を比較する実験をおこなった。その結果、大型雨量計は 5 m^2 を目安に作成されたが、実際に決定された受水面積は目安となる受水面積よりも大きくなっていった。この原因の一つは、作成段階での寸法の誤差であると考えられる。別の原因として、本研究で用いた受水枠の素材が考えられる。厚さ 0.1 mm の塩ビシートは、素材として比較的やわらかく、雨量計に対して若干外側へ膨らむ傾

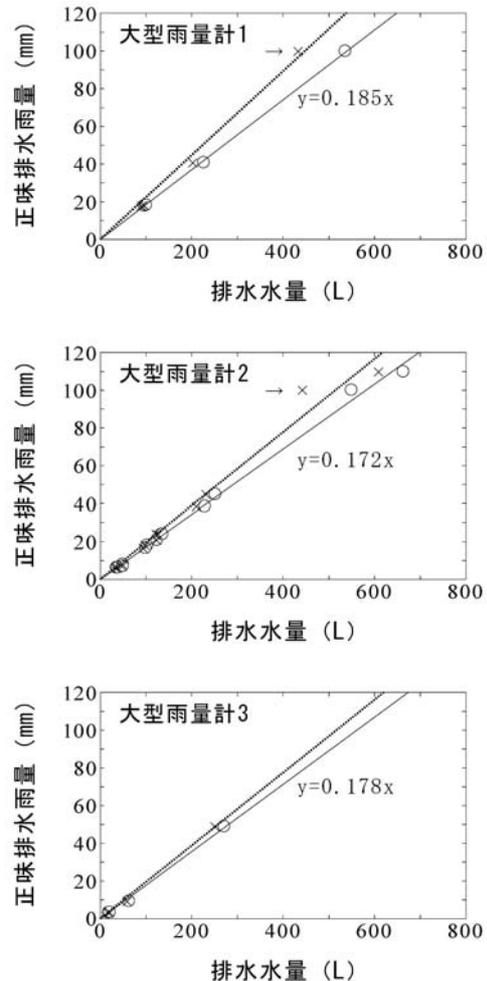


図 3 各大型雨量計の補正排水水量および未補正排水水量と正味排水雨量との関係
(○: 補正水量, ×: 未補正水量, 実線: 補正水量に対する回帰直線, 点線: 未補正水量に対する回帰直線, 図中の回帰式の係数は実線の回帰式に対応する)

向、つまり、受水面積が大きくなる傾向があった。この問題を改善するためには、本研究で使用したものよりも厚めの塩ビシートや金属製の素材を使用することにより、強度の高い受水枠を確保することが考えられる。また、受水面積が 5 m^2 よりも大きくなった他の原因として、大型雨量計との比較観測に用いた貯留型雨量計の測定値の誤差が考えられる。本研究で用いた貯留型雨量計の貯水タンクの上部は、雨量計の受水枠で覆われているが完全に密閉されていない。そのため、貯水タンクに一度貯留された雨水が蒸発した可能性、すなわち雨量を過少評価した可能性がある。大型雨量計の受水面積の決定に用いた図 3 の各図において、正味排水雨量の過少評価は回帰直線の傾きを小さく評価 (受水面積の過大評価) することとなる。このような問題を回避するためには、降雨終了後の迅速な測定や受水枠の排水口へのピンポン玉の設置など、いくつかの対処法が考えられる。これまでの大型雨量計を用いた研究において、作製された大型雨量計と通常の雨量計との自然降雨の比較観測がされたケースがないが、受水面積は測定された

排水量を水高換算する際の重要な係数である。そのため、本研究と同様に、事前に通常の雨量計との自然降雨の比較観測を行うことは必要であるといえる。

受水枠の素材等に改善の余地が残されたものの、本研究で提示した大型雨量計は、通常の降雨イベントだけでなく強度の大きい降雨イベントにおいても実用性が高く、幼齢林の樹冠遮断量の観測上の問題点を解決する雨量計として有効であることがわかった。

謝辞：本研究は、科学研究費基盤研究（B）（研究代表：鈴木雅一、課題番号：17380088）による研究の一部として行われた。また、二人の匿名の査読者に、本論文に対して貴重なご意見を頂いた。ここに感謝の意を表す。

引用文献

- 1) CALDER, I.R. and KIDD, C.H.R., (1978.) A note on the dynamic calibration tipping-bucket gauges. *J. Hydrol.*, **39**, 383-386.
- 2) CALDER, I.R. and ROSIER, P.T.W., (1976.) The design of large plastic-sheet net-rainfall gauges. *J. Hydrol.*, **30**, 403-405.
- 3) CALDER, I.R., WRIGHT, I.R. and MURDIYARSO, D., (1986.) A study of evaporation tropical rain forest—west Java. *J. Hydrol.*, **89**, 13-31.
- 4) CROCKFORD, R.H. and RICHARDSON, P., (1990.) Partitioning of rainfall in a eucalypt and pine plantation in south-eastern Australia : I Throughfall measurement in a eucalypt forest : effect of method and species composition. *Hydrol. Process*, **4**, 131-144.
- 5) 木平勇吉編 (1994) 森林科学論, 朝倉書店, pp. 130-142.
- 6) LUNDBERG, A., ERIKSSON, S., HALLDIN, S., KELLNER, E. and

- SEIBERT, J., (1997) New approach to the measurement of interception evaporation. *J. Atmos. Ocean. Tech.*, **14**, 1023-1035.
- 7) 村井 宏 (1993) 広葉樹林地, 針葉樹林地および草地の水文特性の比較, *水利科学*, **37** (2), 1-40.
- 8) MURAKAMI, S., (2006.) A proposal for a new forest canopy interception mechanism : Splash droplet evaporation. *J. Hydrol.*, **319**, 72-82.
- 9) MURAKAMI, S., Tsuboyama, Y., Shimizu, T., Fujieda, M. and Noguchi, S., (2000.) Variation of evapotranspiration with stand age and climate in a small Japanese forested catchment. *J. Hydrol.*, **227**, 114-127.
- 10) NEAL, C., ROBSON, C.L., BHARDWAJ, C.L., CONWAY, T., JEFFERY, H.A., NEAL, M., RYLAND, G.P., SMITH, C.J. and WALLS, J., (1993.) Relationships between precipitation, stemflow and throughfall for a lowland beech plantation, Black Wood, Hampshire, southern England : findings on interception at a forest edge and the effects of storm damage. *J. Hydrol.*, **146**, 221-233.
- 11) RAO, A.S., (1987.) Interception losses of rainfall from cashew trees. *J. Hydrol.*, **90**, 293-301.
- 12) TEKLEHAIMANOT, Z., JARVIS, P.G. and LEDGER, D.C., (1991.) Rainfall interception and boundary layer conductance in relation to tree spacing. *J. Hydrol.*, **123**, 261-278.
- 13) 白木克繁, 大和輝子 (2004) 転倒桁型流量計の測定誤差の特徴と誤差修正について, *水文・水資源学会誌*, **17** (2), 159-163.
- 14) 塚本良則, 丹下 勲, 峯村徹哉 (1988) 森林の樹冠遮断量について, *波及地研究*, **6**, 60-82.
- 15) VERTESSY, R.A., WATSON, F.G.R. and O'SULLIVAN, S.K., (2001) Factors determining relations between stand age and catchment water balance in mountain ash forests. *For. Ecol. Manage.*, **143**, 13-26.

Performance Evaluation of a Large Plastic-sheet Net-rainfall Gauge for Measurements of Interception Loss at Young Forests

By

Shousaku OCHI*, Takehiko OHTA*, Nobuaki TANAKA** and Norifumi HOTTA**

(Received October 15, 2007/Accepted January 18, 2008)

Summary : We proposed a design of a large plastic-sheet net-rainfall gauge for measurements of interception loss at young forests in Japan, and calibrated the proposed gauge with a standard rain gauge. The appropriate orifice area of the proposed gauge was suggested to be approximately 5 m², considering the prevalent stand density of young forests in Japan, negative influences of water-logging on nearby plants, and the standard method to determine orifice areas in previous studies. The calibration of the proposed gauge was made by the following three steps. First, in order to examine robustness of the proposed gauge under strong rain conditions, we made a dynamic calibration of an attached tipping bucket flow meter under a variety of inflow water fluxes. This calibration provided a correction function revealing accurate water volume which is necessary to register a tip of the flow meter, as a function of the inflow water flux. Second, we found that initial loss of water, being retained on the proposed gauge, was less than 0.2 mm, indicating good drainage of the proposed gauge. Third, to calculate the accurate orifice areas of the proposed gauges, we made comparative measurements of rainfall using three proposed gauges and a standard gauge. Good linear relationships were found between total drainage water volumes from the proposed gauges, which were corrected by the above correction function, and rainfall observed by the standard gauge. By making use of the slopes of lines, we determined the accurate orifice areas of the proposed gauges. The line successfully fitted to a rainfall event with strong rainfall intensity, indicating that the proposed gauge was applicable to monitor rainfall interception even in strong rainfall conditions.

Key words : Large plastic-sheet net-rainfall gauge, Young forests, Interception loss, Calibration of tipping-bucket

* Department of Forest Science, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

** Graduate School of Agriculture and Life Sciences, The University of Tokyo