

東京大学演習林水文観測・水質分析報告

（自 2014 年 1 月至 2014 年 12 月）

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林基盤データ整備委員会水文水質部門

Report of the Hydrological Observations and Chemical Analysis of
Water Quality in the University of Tokyo Forests
(Jan. 2014 - Dec. 2014)

Hydrology and Water Quality Division, Fundamental Data Development Committee,
The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences,
The University of Tokyo

1. はじめに

2011 年 6 月に策定された「東京大学演習林教育研究計画 2011～2020」に基づき、東京大学演習林で収集された 2014 年の日降水量・日流出量・渓流水の水質データ・降水の水質データを報告する。

また、これまで演習林 55 号・57 号において報告してきた日流出量・渓流水の水質データに誤りが見つかったため、修正箇所と修正後の数値についてもあわせて報告する。

2. 担当者

資料のとりまとめは、基盤データ整備委員会水文水質部門統括の浅野友子、同部門観測・分析データ管理総括の蔵治光一郎が、表-1 に示した各地方演習林の 2014 年の水文水質部門担当者と協力して行った。

表-1 2014年の担当者

| 担当 | 氏名 |
|--------------|---|
| 全体総括 | 浅野友子 |
| 観測・分析データ管理総括 | 蔵治光一郎 |
| 観測機器管理総括 | 田中延亮 |
| 観測・分析データ管理補助 | 加藤敦美 |
| 千葉演習林 | 江草智弘・小原章裕・小田智基・里見重成・塚越剛史・ 梁瀬桐子 |
| 北海道演習林 | 井上広喜・鴨田重裕・算用子麻未・芝野博文 |
| 秩父演習林 | 浅野友子・齋藤俊浩・原口竜成・才木道雄 |
| 生態水文学研究所 | 加藤敦美・鎌田幸子・蔵治光一郎・五名美江・高橋功一・ 新實夏美・松井理生 |
| 樹芸研究所 | 浅野友子・井上広喜・鴨田重裕・澤田晴雄・辻和明・辻良子 |

(50音順)

3. 観測地の位置と概要

降水量観測地および降水水質観測地の位置，概要を表-2，流出量観測地および渓流水質観測地の位置，概要を表-3にまとめた。

表-2 降水量観測地および降水水質観測地の位置，概要

| 地方演習林名 | 観測地名 | 緯度(北緯) 経度(東経) | 標高(m) | 海からの 距離 (km) | 平均年降水量 (mm) | 平均年降水量 を求めた期間(年) |
|--------------|------|-----------------------------|-------|--------------------|----------------|-----------------------------|
| 千葉演習林 | 新田 | 35° 12' 19" 140° 06' 23" | 120 | 6.0 | 2330 | 1994-2012 |
| 北海道演習林 | 東郷ダム | 43° 13' 52" 142° 35' 12" | 392 | 92.2 | | |
| 秩父演習林 | ワサビ沢 | 35° 54' 43" 138° 49' 07" | 1030 | 79.5 | 1758* | 1990-2014 (1995・2004を除く) |
| 生態水文学 研究所 | 白坂 | 35° 13' 07" 137° 09' 54" | 304 | 24 | 1872 | 1985-2014 (2005を除く) |
| 樹芸研究所 | 青野** | 34° 41' 29" 138° 50' 19" | 105 | 5.1 | 2174 | 1985-2014 |
| | 加納** | 34° 38' 54" 138° 51' 12" | 10 | 3.5 | 2006 | 1985-2014 |

*国土交通省水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>) に公表されている
豆焼雨量観測所 (35° 54' 48"N, 138° 49' 27"E) の値

**青野は降水量のみ，加納は降水水質のみを測定している

表-3 流出量観測地および渓流水質観測地の位置, 概要

| 地方 演習林名 | 観測地名 | 緯度(北緯) 経度(東経) | 面積(ha) 標高(m) | 植生 | 海からの 距離 (km) | 年平均気温 (°C) | 年平均気温 を求めた期間 (年) | 流域の地質 (岩石の種類と 地質時代) |
|--------------|--------|-----------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|---------------|------------------------|---|
| 千葉 演習林 | 袋山沢A | | 0.8 129~225 | スギ・ ヒノキ 老齢人工林 | | | | |
| | 袋山沢B | 35° 12' 20" 140° 06' 11" | 1.1 128~230 | スギ・ ヒノキ 若齢人工林 | 9.3 | 13.6* | 2004-2012 | 砂岩泥岩互層 (新第三紀) |
| | 袋山沢C** | | 2.0 126~230 | A・B流域を 中を含む流域 | | | | |
| 北海道 演習林 | 丸山沢 | 43° 14' 38" 142° 34' 27" | 220.0 415~810 | 冷温帯・ 亜寒帯性汎 針広混交林 | 83.7 | | | 十勝溶結凝灰岩 (第四紀更新世) |
| 秩父 演習林 | バケモノ沢 | 35° 54' 47" 138° 49' 05" | 41.1 1030~1640 | 山地帯~ 亜高山帯下 部の天然林 | 79.5 | 8.1* | 2012-2014 | 泥岩(泥岩優勢 互相を含む), 砂岩泥岩互層 (中・古生代) |
| 生態水文 学研究所 | 白坂本谷 | 35° 13' 07" 137° 09' 54" | 88.5 304~629 | 暖温帯性落 葉広葉樹二 次林 | 24.0 | 12.8* | 1985-2014 (2005を除く) | 深層風化花崗岩 (中生代後期 ~古第三紀) |
| 樹芸 研究所 | 1号沢 | 34° 41' 35" 138° 50' 13" | 7.3 133~320 | シイ・ カシ 天然生林 | 5.1 | | | |
| | 2号沢 | 34° 41' 59" 138° 50' 34" | 8.9 160~420 | スギ・ ヒノキ 人工林 | 6.0 | 15.4* | 1997-2014 | 石英安山岩 (新第三紀中 新世) |
| | 3号沢 | 34° 42' 09" 138° 50' 45" | 1.6 220~335 | クスノキ 人工林 | 6.4 | | | |

*降水量の観測地点で観測された値

**袋山沢Cでは渓流水質の測定は行っていない

4. 観測方法とデータのとりまとめ方法

降水量観測地における降水量の計測システムを表-4に、流出量観測地における水位の計測システムと水位一流出量換算式を表-5に、量水堰ノッチの種類、形状、個数、寸法を表-6に、降水サンプラーの種類、水質測定・分析項目および使用機器を表-7に、渓流水質測定・分析項目および使用機器を表-8に示した。

観測データのとりまとめ法を以下に示す。

<水文>

- (1) 日界は0:00とした。
- (2) 日値は小数点以下第2位を四捨五入して第1位まで求めた値を記載した。
- (3) 月合計値は各月の日値（表中に記載された小数点第1位までの値）を合計して求めた。年合計値は月合計値（表中に記載された小数点第1位までの値）を合計して求めた。
- (4) 生データ（電子データ）は、生態水文学研究所、各地方演習林で保管している。生データの提供の要望があった場合には、そのデータが観測・測定・分析された地方演習林に申請することにより利用可能となる場合がある。
- (5) 転倒マス雨量計で観測される降水量は、貯留型指示雨量計で観測される降水量に比べて、蒸発による系統誤差が発生して、過少評価になる場合がある。また、降雪の場合、転倒マス雨量計の受水マスに溜まった雪が解けて水となり、転倒マスに落下し、転倒マスが転倒した段階で降水量として記録されるため、時間に遅れがでる可能性がある。

<水質>

- (1) 原則として月1度の決められた日に採取した。
- (2) 降水サンプラーとして、ボトル（容量50L）を地面に固定し、外蓋をしたのち、外蓋の中央に開けた穴にロート（上部内径240mm）を挿したものを共通機器とした。ボトルの内側にポリ袋（容量70L）を挿入し、ボトルの口に折り曲げ、外蓋を締めてポリ袋を固定した。サンプリング時に、ポリ袋ごと取り出しサンプル瓶にサンプルを回収した後、ボトルには新しいポリ袋を装着する。ボトルにたまった水の総量をメスシリンダーにより10cc刻みで測定し、降水量に換算した。大量の水がたまっている場合は、ポリ袋を取り出そうとすると不具合が予想されるので、サンプリング後に1L単位（プラスチックのピーカーなど）で水を掻き出し、残りをメスシリンダーで測定した。積雪期のある北海道演習林と秩父演習林では、積雪期には冬季用サンプラーとして既往最大積雪深を超える高さ大型ポリバケツ（北海道演習林では容量90L、上部内径460mm、秩父演習林では容量45L、上部内径

- 380mm)を設置し、内側にポリ袋(北海道演習林では容量120L、秩父演習林では容量150L)を挿入して降雪を捕捉した。ロートは使用せず、バケツの口は開放して積雪を溜め、サンプリング時にポリ袋ごと取り出し、新たなポリ袋をバケツに装着した。ポリ袋ごと持ち帰り、研究室の室温で雪を溶かし、サンプル瓶に必要量を採集し、水量を測定した。千葉演習林では、共通機器を使用せず、降水サンプラーは地面に固定されたボトル(容量10L)に、内側にポリ袋を挿入しボトル口に折り曲げ外蓋を締めて固定し、ロート(上部内径240mm)を挿したものを使用した。サンプリング時に、ポリ袋ごと取り出しサンプル瓶にサンプルを回収した。ポリ袋は毎回ではなく2~3回のサンプリングにつき一度交換し、交換しない場合は純水で洗浄して再使用した。
- 樹芸研究所では、共通機器を使用せず、代わりに貯留式指示雨量計(直径200mm)を降水水質のサンプラーとして使用した。
- (3) 降水の化学分析は、千葉演習林、秩父演習林、生態水文学研究所のサンプルは東京農工大学森林生態学研究室で、北海道演習林、樹芸研究所のサンプルは樹芸研究所において、それぞれ実施した。
 - (4) 渓流水の化学分析は、千葉演習林のサンプルは東京農工大学森林生態学研究室で、秩父演習林、生態水文学研究所のサンプルは生態水文学研究所で、北海道演習林、樹芸研究所のサンプルは樹芸研究所において、それぞれ実施した。但し、秩父演習林、生態水文学研究所のアニオンは、樹芸研究所において化学分析を実施した。
 - (5) 測定・分析項目は、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} の8種のイオン濃度、およびpH、ECの10項目である。このうち渓流水の NH_4^+ については千葉演習林、北海道演習林、樹芸研究所でのみ分析している。また Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} については、生態水文学研究所では原子吸光光度計により、イオン濃度も含んだNa、K、Mg、Ca原子の濃度を分析している。その他の演習林でのカチオンの分析、および、すべての演習林でのアニオンの分析は、イオンクロマトグラフによりイオン濃度を分析している。
 - (6) 渓流水質の水位は、各地方演習林でそれぞれ別の測定方法で測定されている。データ使用の際には各地方演習林に問い合わせること。
 - (7) 千葉演習林袋山沢A・Bでは表流水が枯渇したため、採水が行われていない月がある。
 - (8) 北海道演習林では冬季(12月から4月)の渓流水の採水は行っていない。
 - (9) 秩父演習林の降水・渓流水のpH、ECは、サントリーグローバルイノベーションセンター(株)水科学研究所の実験室で分析している。
 - (10) 樹芸研究所の降水水質は、通常、平日朝の出勤後、前回の測定から当日朝までの間に降水があったと判断された時に降水量の測定を行い、降水量が概ね1mm以上の降水をサンプリングして分析に供している。平日の朝以降、同日内で新たな降水があった場合は、基本的

に翌出勤日の記録になるが、降水量に応じて、同日内で複数回の測定・サンプリングを行うこともある。本報告では、こうして1か月間に複数回サンプリング、分析された降水の濃度を降水量で加重平均して求めた濃度を報告する。表には各1か月間の初日と終日、その間のサンプルの個数を示した。1か月間の複数回のサンプリングで1回でも欠落があった場合は、1か月間全体を欠測として取り扱った。また pH, EC は測定していない。

表-4 降水量の計測システム

| 地方演習林名 | 観測地名 | 雨量計の機種 | データ記録装置の機種と記録時間 |
|----------|------|---|-----------------------------------|
| 千葉演習林 | 新田 | 転倒マス雨量計 RT-5(池田計器(株)) 1転倒 0.5mm | CR10X, 10分 (Campbell社) |
| 北海道演習林 | 東郷ダム | 転倒マス雨量計 No. 34-HT-BP(大田計器(株)) 1転倒 0.5mm | HOBO Event, 転倒時刻記録 (Onset社) |
| 秩父演習林 | ワサビ沢 | 転倒マス雨量計 No. 34-HT-P(大田計器(株)) 1転倒 0.5mm | CR10X, 6分 (Campbell社) |
| 生態水文学研究所 | 白坂 | 転倒マス雨量計 No. 34-T(大田計器(株)) 1転倒 0.5mm | CR10X, 5分 (Campbell社) |
| 樹芸研究所 | 青野 | 転倒マス雨量計 No. 34-T(大田計器(株)) 1転倒 0.5mm | CR10X, 6分 (Campbell社) |

表-5 水位計測システムと水位-流出量換算式

| 地方演習林名 | 観測地名 | 水位計と データ記録装置の種類 | 水位計測 インターバル | 水位-流出量 換算式 |
|--------------|-------|---|----------------|--|
| 千葉演習林 | 袋山沢A | 圧力式水位計 KADEC21-MIZU (ノースワン(株)) | 5分 | 沼知式 ¹⁾ |
| | 袋山沢B | | | |
| | 袋山沢C | | | |
| 北海道演習林 | 丸山沢 | デジタル水位記録計 Water Memory Card2 (株)メテオ電子) | 30分 | 縮流係数を0.6と する土研公式の複 合使用 ²⁾ |
| 秩父演習林 | バケモノ沢 | 静電容量式水位計 ³⁾ SE-TR/WT1000(TruTrack社) | 5分 | 4) |
| 生態水文学 研究所 | 白坂本谷 | 水晶式水位計 QWP-8-202E(明星電気(株)) データロガー QWP-YY2(明星電気(株)) | 5分 | 5) |
| | | | | 6) |
| 樹芸研究所 | 1号沢 | 静電容量式水位計 SE-TR(TruTrack社) | 5分 | 7) |
| | 2号沢 | | | 8) |
| | 3号沢 | | | |

注

- 1) 式の係数は白木ら(1999)を参照のこと
- 2) 式の係数は芝野ら(1988)を参照のこと
- 3) 水位計の測定精度は±1%
- 4) 式の係数は木村ら(2015)を参照のこと
- 5) 式の詳細および係数, 計算方法は東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所(2013)における2001年のデータの取り扱い方法を参照のこと
- 6) $Q=1.75(Hi-0.112)^{2.5}-1.75(Hi-0.21)^{2.5}+0.741(Hi-0.21)^{1.5}$ ($Hi \geq 0.21$)
 $Q=1.75(Hi-0.112)^{2.5}$ ($Hi < 0.21$)
 $Hi=0.001 \times (0.6298x + 97.564)$ (2014.1.1~11.8), $Hi=0.001 \times (0.875x + 92.375)$ (11.22~12.31)
- 7) $Q=1.3(Hi-0.3185)^{2.5}$ ($Hi < 0.70$)
 $Q=1.3 \times (0.70-0.3185)^{2.5} + 2/3 \times \{(Hi-0.70) \times \cos 23^\circ\}^{1.5} \times B \times C \times \sqrt{2g}$ ($Hi \geq 0.70$)
 B (堰堤幅)=0.7m, C (流量計数)=0.6, g (重力加速度)=9.8m/s²
 $Hi=0.001 \times (0.9133x+119.91)$ (2014.1.1~9.18), $Hi=0.001 \times (0.8571x+117.07)$ (9.18~12.31)
 Q : 流出量(m³/s), Hi : 換算後の水位(m), x : ロガーに記録された水位(mm)
- 8) $Q=1.65(Hi-0.178)^{2.5}$
 $Hi=0.001 \times (0.7182x+122.66)$ (2014.1.1~11.21), $Hi=0.001 \times (0.7482x+137.31)$ (11.21~12.31)
 Q : 流出量(m³/s), Hi : 換算後の水位(m), x : ロガーに記録された水位(mm)

表-6 量水堰ノッチの種類, 形状, 個数, 寸法

| 地方演習林名 | 観測地名 | ノッチの種類 | ノッチの形状, 個数, 寸法 |
|--------------|-------|----------|--|
| | 袋山沢A | | |
| 千葉演習林 | 袋山沢B | 三角堰 | 90°, 幅1.0m, 高さ0.5m |
| | 袋山沢C | | |
| 北海道演習林 | 丸山沢 | 複合矩形堰 | 中央部 幅0.4m, 高さ0.5m 中央部を除く両翼部 幅9.5m, 高さ0.45m |
| 秩父演習林 | バケモノ沢 | 矩形堰 | 幅0.6m, 高さ0.6m |
| 生態水文学 研究所 | 白坂本谷 | 並列矩形堰 | 小幅ノッチ 1基, 幅0.2m, 高さ1.2m 大幅ノッチ 12基, 幅1.0m, 高さ0.7m 小幅ノッチと大幅ノッチの底の高さの差 0.5m |
| 樹芸研究所 | 1号沢 | 三角・矩形複合堰 | 三角堰部分90°, 高さ0.1m 矩形堰部分 幅1.0m, 高さ0.4m |
| | 2号沢 | | 三角堰部分90°, 高さ0.35m 矩形堰部分 幅0.7m, 高さ0.5m |
| | 3号沢 | 三角堰 | 90°, 幅0.8m, 高さ0.4m |

表-7 降水サンプラーの種類, 水質測定・分析項目および使用機器

| 地方 演習林名 | 観測地名 | 降水* サンプラー | 測定機器 | | 分析機器** |
|--------------|------|--------------|---|---|--|
| | | | pH | EC | Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , NH ⁴⁺ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ |
| 千葉 演習林 | 新田 | *** | WM-32EP (東亜ディーケーケー(株)) B-211 (株)堀場製作所) | WM-32EP (東亜ディーケーケー(株)) B-173 (株)堀場製作所) | |
| 北海道 演習林 | 東郷ダム | 共通 冬季用 | D-74 ((株)堀場製作所) | D-74 ((株)堀場製作所) | |
| 秩父 演習林 | ワサビ沢 | 共通 冬季用 | AUT-701 (東亜ディーケーケー(株)) | ES-14 ((株)堀場製作所) | イオン クロマトグラフ |
| 生態水文学 研究所 | 白坂 | 共通 | D-54 ((株)堀場製作所) | D-54 ((株)堀場製作所) | |
| 樹芸 研究所 | 加納 | **** | - | - | |

*降水サンプラーは共通, 冬季用とがあり, 冬季用は雪または水を融解後, サンプルを採取している

**分析機器の機種名および分析方法の詳細については, 各地方演習林に問い合わせること

***千葉演習林のサンプラーについては本文参照のこと

****樹芸研究所のサンプラーについては本文参照のこと

表-8 溪流水質測定・分析項目および使用機器

| 地方 演習林名 | 観測地名 | 測定機器 | | 分析機器* | |
|--------------|-----------|----------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| | | pH | EC | Na ⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , NH ₄ ⁺ | Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ |
| 千葉 演習林 | 袋山沢A | WM-32EP (東亜ディーケーケー(株)) | WM-32EP (東亜ディーケーケー(株)) | イオン クロマトグラフ | イオン クロマトグラフ |
| | 袋山沢B | B-211 (株)堀場製作所) | B-173 (株)堀場製作所) | | |
| 北海道 演習林 | 丸山沢 | D-74 ((株)堀場製作所) | D-74 ((株)堀場製作所) | イオン クロマトグラフ | イオン クロマトグラフ |
| 秩父 演習林 | バケモノ 沢 | D-21 ((株)堀場製作所) | B-173 ((株)堀場製作所) | 原子吸光光度計** | イオン クロマトグラフ |
| 生態水文 学研究所 | 白坂本谷 | D-54 ((株)堀場製作所) | D-54 ((株)堀場製作所) | 原子吸光光度計** | イオン クロマトグラフ |
| 樹芸 研究所 | 1号沢 | | | | |
| | 2号沢 | ラコムテスター pHScanWP3 (EUTECH) | ラコムテスター ECTestr10 low+ (EUTECH) | イオン クロマトグラフ | イオン クロマトグラフ |
| | 3号沢 | | | | |

*分析機器の機種名および分析方法の詳細については、各地方演習林に問い合わせること

**原子吸光光度計は、イオン濃度も含んだ、各原子の濃度を分析している。NH₄⁺は分析していない

5. 観測結果

水文の観測結果を付表-1~9に、降水の水質の測定・分析結果を付表-10~14に、渓流水の水質の測定・分析結果を付表-15~22に示した。

6. 演習林水文観測・水質報告 修正

演習林 55号掲載の東京大学演習林水文観測・水質分析報告(自2003年1月至2011年12月) 138・139・140・145 ページの一部を修正する。修正を付表-23・24に示した。

演習林 57号掲載の東京大学演習林水文観測・水質分析報告(自2008年1月至2012年12月) 36・56 ページの一部を修正する。修正を付表-25・26に示した。

引用文献

芝野博文・三上幸三・西尾邦彦(1988)北海道中央部における積雪・融雪を考慮した流出解析。

東京大学農学部演習林報告 80:129-155.

白木克繁・劉若剛・唐鎌勇・執印康裕・太田猛彦(1999)東京大学農学部附属千葉演習林袋山沢水文試験地の水収支解析。東京大学農学部演習林報告 102:71-86.

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所(2013)生態水文学研究所日

降水量・日流出量観測結果報告 (VIII). 演習林 (東大) 53 : 29-53.

木村恒太・齋藤俊浩・相川美絵子・五十嵐勇治・千嶋武・浅野友子 (2015) 秩父演習林バケモノ沢における量水観測. 演習林 (東大) 57 : 61-74.

「付表 - 1~26」については、東京大学学術機関レポジトリ (UTokyo Repository) に掲載しています。

URI:<http://hdl.handle.net/2261/61516>