

研究資料 (Research Material)

酸性雨等の森林生態系への影響モニタリング - 関西スギ林における酸性降下物 -

金子 真司^{1)*}・荒木 誠²⁾・古澤 仁美¹⁾・後藤 義明¹⁾・服部 重昭³⁾・平野 恭弘¹⁾・
井鷲 裕司⁴⁾・伊東 宏樹¹⁾・加茂 皓一⁵⁾・清野 嘉之⁶⁾・小林 忠一⁷⁾・小南 裕志¹⁾・
深山 貴文¹⁾・南部 桂⁸⁾・西本 哲昭⁷⁾・竹内 郁雄⁹⁾・玉井 幸治¹⁾・千葉 幸弘¹⁰⁾・
鳥居 厚志⁵⁾・吉岡 二郎⁷⁾

Monitoring of Acidic Precipitation's Effects on Forest Ecosystems - Acid deposition in a Sugi (Japanese cedar) forest in the Kansai Region-

KANEKO Shinji^{1)*}, ARAKI Makoto²⁾, FURUSAWA Hitomi¹⁾, GOTO Yoshiaki¹⁾,
HATTORI Shigeaki³⁾, HIRANO Yasuhiro¹⁾, ISAGI Yuji⁴⁾, ITOU Hiroki¹⁾, KAMO Koichi⁵⁾,
KIYONO Yoshiyuki⁶⁾, KOBAYASHI Chuichi⁷⁾, KOMINAMI Yuji¹⁾,
MIYAMA Takafumi¹⁾, NAMBU Kei⁸⁾, NISHIMOTO Tetsuaki⁷⁾, TAKEUCHI Ikuo⁹⁾,
TAMAI Koji¹⁾, TIBA Yukihiko¹⁰⁾, TORII Atsushi⁵⁾ and YOSHIOKA Jiro⁷⁾

Abstract

Forest growth, and chemistry of the rainfall, throughfall, and stemflow were monitored in a Sugi (Japanese cedar: *Cryptomeria japonica* D.Don) forest, Anshoji National Forest, Yamashina District, Kyoto City, from 1992 to 1999. The mean annual increase in stem diameter correlated negatively with the ratio of mean monthly temperature to monthly precipitation (T/P ratio) for August of the previous year and positively with the cumulative insolation time between April and June of each study year. Both throughfall precipitation and stemflow precipitation were linearly related to precipitation as rain. Throughfall composed 70 %-83 % and stem flow 5 %-10 % of total rainfall. Average annual pH of rainfall ranged from 4.6 to 5.0 and average annual electrical conductivity (EC) of rainfall ranged from 7 to 18 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Increasing or decreasing trends were observed for neither pH nor EC during the investigation period. Na^+ and Cl^- concentrations were low, half or less as high as national values reported by the Environment Agency (EA) of Japan, but concentrations of other constituents were similar to those reported by the EA. Although the pH of the throughfall was almost equal to that of the rain, the average annual pH of the stem flow was as low as 3.6-3.9. The average annual EC value of the throughfall was 18.3-48.0 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ and that of the stemflow was 70.5-151.3 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Key words : acid deposition, rain chemistry, throughfall, stemflow, Sugi tree

原稿受付：平成 15 年 5 月 9 日 Received May. 9, 2003 原稿受理：平成 15 年 9 月 1 日 Accepted Sep. 1, 2003

* 森林総合研究所関西支所 〒 612-0855 京都市伏見区桃山町永井久太郎 68 番地
Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 68 Nagaikyutaro, Momoyama, Fushimi, Kyoto
612-0855, Japan. e-mail: kanekos@ffpri.affrc.go.jp

- 1) 森林総合研究所関西支所 Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
- 2) 森林総合研究所立地環境研究領域 Department of Forest Site Environment, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
- 3) 名古屋大学大学院生命農学研究科 Graduated School of Bioagricultural Science, Nagoya University
- 4) 広島大学総合科学部 Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University
- 5) 国際農林水産業研究センター林業部 Forestry Division, Japan International Research Center for Agricultural Sciences
- 6) 森林総合研究所森林植生研究領域 Department of Plant Ecology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
- 7) 元森林総合研究所関西支所 formerly of the Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
- 8) ミッド・スウェーデン大学自然環境学部 Department of Natural and Environmental Sciences, Mid Sweden University
- 9) 森林総合研究所四国支所 Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
- 10) 森林総合研究所植物生態研究領域 Department of Forest Vegetation, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

要旨

京都市山科区安祥寺山国有林のスギ林において1992～1999年の8年間にわたり、森林の成長量、林外雨、林内雨、林内雨、樹幹流の水量および水質の調査を行った。森林の年平均直径成長量は前年の8月のT/P比(月平均気温/月降水量×100)と負の相関があり、当年4～6月の日照量と正の相関があることが明らかになった。林内雨量、樹幹流量とも林外雨と相関が高く、林外雨量の70-83%が林内雨量となり、樹幹流量は5-10%であった。林外雨の年平均pH、ECはそれぞれ4.6-5.0、7-18 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ の範囲にあり、調査期間内に増減の傾向は認められなかった。林外雨中の成分濃度は環境庁の全国調査に比べて Na^+ 、 Cl^- 濃度は2分の1以下と低かったが、他の成分はほぼ等しかった。林内雨の年平均pHは林外雨とほぼ等しかったが、樹幹流の年平均pHは3.6-3.9と低かった。林内雨、樹幹流の年平均ECはそれぞれ18.3-48.0、70.5-151.3 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ であった。

キーワード：酸性降下物、降雨水質、林内雨、樹幹流、スギ

はじめに

北欧では1960年代から森林被害や湖水の酸性化が問題となり、1970年代には大気汚染物質の監視と長距離輸送評価に関する研究が開始された。北米でも1970年代から湖沼における魚類の減少が問題となり、大気汚染物質の長距離輸送や大気からの沈着を評価する計画が開始された(大喜多, 1996)。わが国では環境庁(現環境省)が1983～1987年に全国規模で降雨水質の調査を行い、降雨はpH4.7(平均)と酸性化していることが明らかになった(原, 1994)。欧米のような酸性雨の影響・被害は顕在化していないものの、平地スギ林の衰退や山岳地域のモミ等の衰退が確認されたことから環境汚染物質や気象変化が森林生態系に影響を与えることが懸念され、林野庁は酸性雨等森林被害モニタリング事業を平成2年(1990年)に開始した(林野庁, 1997)。これを受けて森林総合研究所は特定研究：酸性雨モニタリングセンターステーション構築を平成2年(1990年)に開始した。本研究は全国主要地域に森林環境モニタリング地を設けて森林および降雨水質の長期観測を行うもので、関西支所ではこの地域を代表する造林樹種であるスギ林に試験地を設置し、成長量の調査や降雨(林外雨)、樹冠通過雨(林内雨)および樹幹流下雨(樹幹流)等の調査を行ってきた。本報告はこの調査の第一期(平成2～6年度)と第二期(平成7～11年度)の結果をまとめたものであり、関西地域の森林のおよび降雨水質の現状を把握することを目的とした。

調査方法

1) 固定試験区の概要

位置：近畿中国森林管理局安祥寺山国有林20林班(京都市山科区御陵安祥寺)

樹種：スギ林、昭和37年(1962年)植栽、下刈り(S.38-42)、除伐(S45、54)

地質：中生層、粘板岩(珪質)

土壌タイプ：BD

斜面方位・方向：E26°

試験区の大きさ：550m²(22×25m)

2) 落葉量および直径成長調査

方形区内の全ての立木の胸高直径と標本木の樹高を毎年秋に調べ、同時に各立木の樹冠の状態を観察し、衰退の兆候が現れているかどうかを調べた。アルミバンドデンドロメータを方形区内約30本の個体に取り付け、直径成長の季節変化を調べた。また方形区内に10個のトラップ(1m²)を設置し、落葉・落枝量の季節変化を調べた。デンドロメータの読みとり、落葉・落枝の採取は1ヶ月毎に行った。

3) 林外雨量、樹冠通過雨(林内雨)量および樹幹流下雨(樹幹流)量の調査

1990年に試験区内に5m×7mの方形区(A区)を設置し、林内雨量および樹幹流量を調査した。1993年から新たにB区を設置し、A区と同様に林内雨量および樹幹流量を調査した。B区はA区に比べて枝葉量が多い特徴がある。林外雨は試験地近くの空開地に貯留型雨量計を設置して採取した。

装置の仕様および繰り返し数は以下のとおりである。

① 林外雨 1990～1994年3月は雨量計の受水部(直径22cm)とポリタンク(10リットル)からなる装置(バルク方式)で採取した。1994年4月～1999年3月：ポリロート(直径21cm)とポリタンク(10リットル)からなる装置(バルク方式)で採取した。

② 林内雨 1990年～1994年6月は1.0m×0.2mの樋型集水部とポリタンク(10リットル)からなる装置(N=5)で採取した。1994年7月～1999年3月はポリロート(直径30cm)とポリタンク(20リットル)からなる装置(バルク方式)(N=3)で採取した。

③ 樹幹流 表面の樹皮を薄くはがし、防水用テープを巻き、ビニールチューブを30リットルのポリタンクに繋いで採取した(1990年～1994年6月はN=5、1994年7月～1999年3月はN=3)。

4) 降雨水質の調査および降雨成分分析

採取した林外雨、林内雨および樹幹流は以下の方法に従って水質を分析した。なお水質分析の開始は分析機器が整備された1992年4月からである。

① ECおよびpH：ECメーター(白金電極法)、pHメ

ーター（ガラス電極法）で測定した。

② カチオン：1992年4月～1993年3月は原子吸光測定装置（島津 AA6500）で測定した。1993年3月～1999年3月はイオンクロマトアナライザー（横河アナリティカル IC7000S）で測定した。

③ アニオン：1993年4月～1999年3月はイオンクロマトアナライザー（横河アナリティカル IC7000S）で測定した。

5) 計算方法

林内雨、樹幹流の各測定日のデータは採水量で重み付けた加重平均値を示した。林外雨、林内雨、樹幹流とも、年加重平均値は降雨量または採水量で重み付けして計算した。その際に次項で述べる精度の低いデータは除外した。年負荷量は年加重平均値に全データの降水量の総計を乗じて求めた。H⁺濃度はpH値から換算し、pHの加重平均値を求める際はすべてH⁺の加重平均値から換算を行った。

6) 除外データ

当初設置した降雨採取装置で採取した林外雨は他の観測地のデータに比べてpHが高い傾向がみられた。この装置では降雨の採取に雨量計の受水部を使用していたので、ポリロートによる降雨採取を併行して行ったところ、本装置で採取した降雨はポリロートに比べてpHが高く硝酸イオン濃度が低いことが明らかになった。受水部の材質を製品カタログで確認すると亜鉛メッキされていることが判明した。亜鉛は硝酸の還元剤である（都築, 1996）ので、雨水がロートに接触した際に硝酸イオンが還元されてpHの上昇と硝酸イオン濃度の低下が起きたと推察された。1994年1月以降は林外雨の採取をポリロートに切りかえた。旧装置で採取した1992、1993、1994年の林外雨のpH、水素イオンおよび硝酸イオンのデータは本報告から除外した。

試料の測定精度をアニオン濃度(A)とカチオン濃度(C)の濃度バランス、およびECの実測値(ECobs)と計算値(ECcal)の比較によって確認した。具体的には $R1=(C-A)/(C+A)$ と $R2=(ECcal-ECobs)/(ECcal+ECobs)$ を計算し、R1とR2が以下の条件に当てはまる試料を加重平均の計算から除外した（酸性雨調査法研究会編, 1993）。

- 1) $C+A < 0.05 \text{ meq/L}$ and $60 < |R1|$
- 2) $0.05 \text{ meq/L} \leq C+A < 0.05 \text{ meq/L}$ and $30 < |R1|$
- 3) $0.1 \text{ meq/L} \leq C+A$ and $16 < |R1|$

または

- 1) $EC < 5 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ and $40 < |R2|$
- 2) $5 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} < EC < 30 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ and $26 < |R2|$
- 3) $30 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \leq EC$ and $18 < |R2|$

結果と考察

1) 1990-1994年における落葉量および直径成長

年直径成長量は1991年～1994年の間に大きく変動し、1991年が $0.085\text{cm} \pm 0.037\text{cm}$ と最も小さく、次いで1993年($0.26\text{cm} \pm 0.053\text{cm}$)、1994年($0.31\text{cm} \pm 0.049\text{cm}$)、1992年($0.37\text{cm} \pm 0.057\text{cm}$)の順で大きくなった(Fig.1)。最大年の年成長量は最小年の4倍であった。

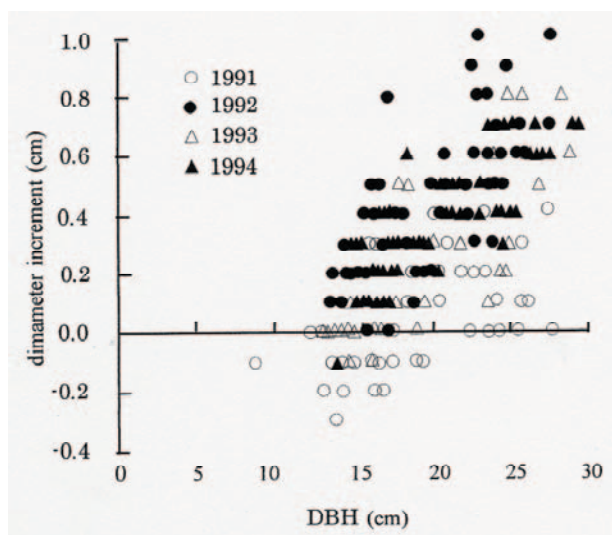


Fig.1. 成長開始時の胸高直径に対する年直径増加量
Annual increments in stem diameters in comparison with DBH values measured during dormancy

1991年から1994年の直径成長の季節変化はFig.2のようになった。いずれの年も4月～6月の成長量が年成長量の大半を占め、4年間の気象条件に変動があったにもかかわらず、この成長パターンはほとんど同じであった。従って成長量の年変動は主に4月～6月の成長量の違いを反映していることになる。このことから、気象要因がスギの年直径成長量に影響すると仮定すると、当年6月までの環境要因は主に当年の成長に、7月以降の気象要因は翌年以降の成長に影響すると推定される。そこで1989年～1994年の月雨量、月平均気温、日照時間を4月～6月と7月以降に分け、それらと年成長量との関係を調べた。4月～6月の気象要因の中では、4月～6月の日照時間と当年の年成長量との間には高い正の相関関係が認められた(Fig.3)。7月以降の気象要因では、8月のT/P比((月平均気温/月降水量)×100、乾燥度)と次の年の年成長量との間に高い負の相関関係が認められた(Fig.4)。つまりスギの年成長は当年4月～6月の日照時間が長いほど大きく、逆に前年8月の乾燥度が高いほど小さくなるという結果が得られた。次に年成長量とこれらの要因との重回帰分析を行い、どちらの要因がより強くスギの成長に影響しているかを検討した。その結果、標準偏回帰係数の絶対値は前年8月のT/P比の方が、当年4月～6月の日照時間の2.5倍と大きく(Table

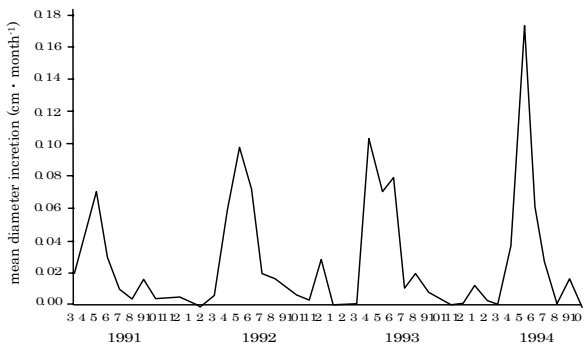


Fig. 2. 直径成長の季節変化
Seasonal differences in diameter increments

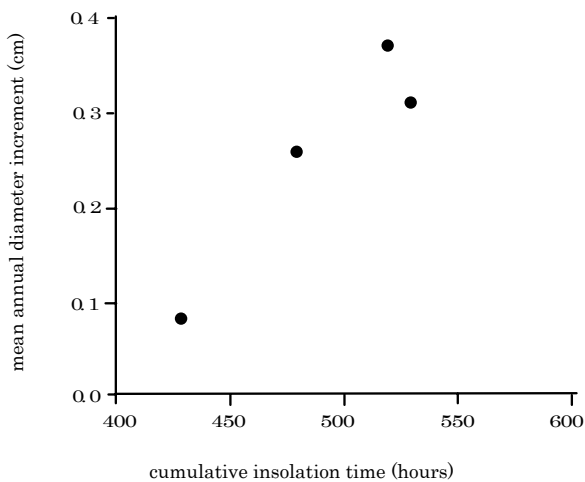


Fig. 3. 年成長量と4月～6月の日照時間との関係
Relationship between the mean annual diameter increment and cumulative

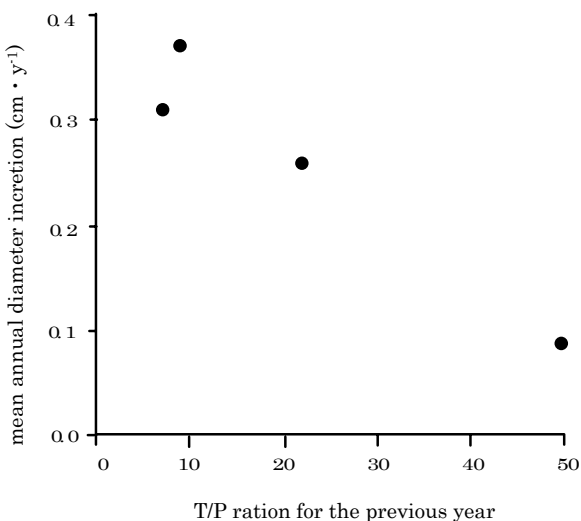


Fig. 4. 年成長量と前年8月のT/P比との関係
Relationship between the mean annual diameter increment and the T/P ratio for August of the previous year

1)、年成長に対する影響は、前年8月のT/P比の方が当年4月～6月の日照時間より大きいと推定された。

年成長量とこれらの要因との回帰式は次式で表された。

$$Z = -0.0102X - 0.0018Y + 1.3489 \text{ --- (1)}$$

$$(R^2=0.956)$$

Z: 年成長量 (cm)

X: 前年8月のT/P比

Y: 当年4～6月の日照時間

Table 1. 年成長に対する前年8月のT/P比および当年4～6月の日照時間の標準偏回帰係数
Parameters for the relationship between mean annual increment and T/P ratio for August of the previous year

	standardized partial regression coefficient	
contribution ratio	T/P ratio for the previous August	Cumulative insolation time from April through June
	0.956	-0.66

Fig. 5 に実測値と (1) 式に基づく推定値との関係を示した。(1) 式は高い予測精度を持っていることがわかる。当年4月～6月の日照時間はスギの光合成と関係があるため、成長量にプラスに働いたのであろう。それ以上に強くスギの成長に対して影響した前年8月の乾燥の程度については、貯蔵養分の減少や花芽の分化促進による葉量の影響などが考えられるが、そのメカニズムははっきりしない。

限られた期間ではあるが、今調査からスギの成長にとって、夏の高温、乾燥はマイナスになることが推定できる。このことは、都市やその近郊で、都市気候による慢性的な夏の高温、乾燥がスギの成長減退を引き起こしていることを想起させるとともに、また温暖化によって夏の高温、乾燥が促進されれば、スギの成長に大きな問題となることを予測させる。ただし、この4年間の調査では、調査林分内のスギに衰退の兆候は認められなかった。

4年間の落葉・落枝量の変動は次のようであった。1991年から1994年の年落葉量、落枝量を Fig. 6 に示した。1991年と1993年の落葉・落枝量は現在まで測定されたスギ・ヒノキ人工林の落葉・落枝量のほぼ範囲内であった(河原, 1985)。1992年は落葉量が1.9トン、落葉落枝量が2.6トンで、通常のスギ林の値より低かった。1991年から1993年の落葉量、落枝量の季節変化は Fig. 7 のようになった。落葉量は8、9月から翌年の2月にかけて多くなる傾向があったが、5月に落葉量が多くなる年もあった。このデータからは異常落葉があったかどうかははっきりしない。

2) 1995 - 1999年における直径成長

プロット設定した1990年にはプロット内に79本の

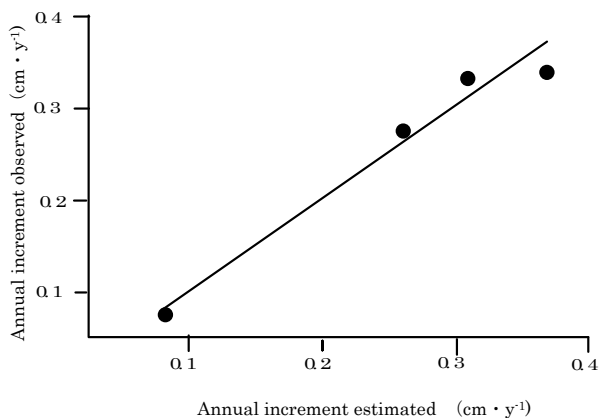


Fig. 5. 年直径生長量の実測値と予測値との比較
Comparison of observed and estimated annual diameter increments

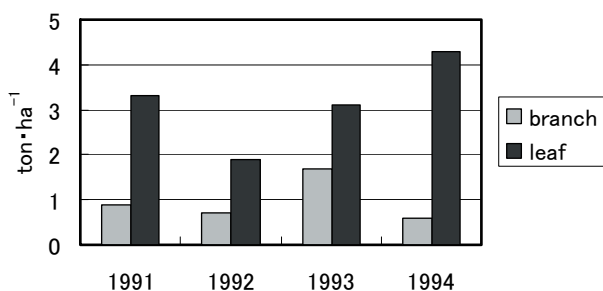


Fig. 6. 落葉・落枝量の年変動
Annual variation of leaf and branch litter

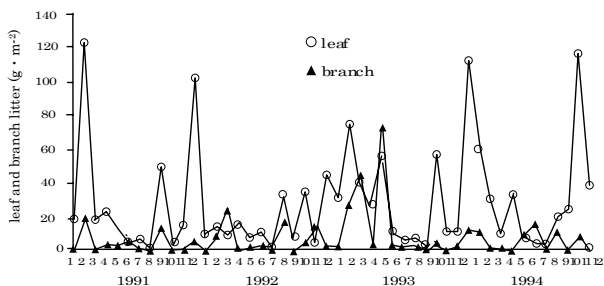


Fig. 7. 落葉・落枝量の季節変化
Seasonal variation of leaf and branch litter

スギがあったが、1995年度には72本に減少していた (Table 2)。その後、1997年まで本数の変化はなかったが、1998年9月21日の台風7号通過によって68本になった。台風で根返りした3本がその後枯れ、2000年5月時点での生存木は65本である。胸高直径は1995年が20.2cmでその後徐々に増大し、2000年5月では21.1cmである。1995-1999年の5年間に優勢木と劣勢木の成長の違いが明瞭になり、直径の大きい木は成長が良いのに対して直径の小さい木はほとんど成長していない。

3) 林内雨量、樹幹流量

林外雨量 (Pt) と林内雨量 (樹冠通過雨量: Pg) との関係には以下の直線関係が成立した。

Table 2. プロット内のスギの本数と平均胸高直径の推移
Number of Sugi stands and averaged DBH

	1995	1996	1997	1998 ^a	1998 ^b	2000
Number	72	72	72	71	68	65
DBH (cm)	20.2	20.5	20.6	20.8	21.0	21.1

a; before the typhoon attack, b; after the typhoon attack

$$P_t = a \times P_g + b$$

回帰式のパラメータは Table 3 に示した。

この結果、林外雨量の70~83%が林内雨量として林床に到達することがわかった。この割合は日本各地の森林で報告されている数値 (服部, 1992) と近似している。降水量に対する樹冠通過雨量の割合を月ベースでみると、1992年では60~83%、1994年では37~78%の範囲にはいり、年平均では1992年では75%、1994年では66%であった。

樹幹流量 (Ps) も林外雨量 (Pg) との間に次式の直線関係が成立した。

$$P_s = a \times P_g + b$$

各供試木のパラメータを Table 4、Table 5 に示した。Pg は降水量 (mm) であるが Ps は水量 (リットル) である。供試木の胸高直径が大きくなると樹幹流量は増加した。A区、B区ともに回帰係数は供試木の直径が大きくなるほど増大するが、回帰定数は逆に減少する傾向が認められた。

Table 3. 林外雨^aに対する林内雨量^bの回帰直線のパラメータ

Regression-line parameters of throughfall^b for precipitation^a

Year	Plot	Slope	Residual	Correlation coefficient
1991	A	0.750	1.260	0.991
1992	A	0.831	3.12	0.988
1993	B	0.703	1.25	0.973
1994	B	0.821	2.401	0.989

a; precipitation as rain (mm), b; throughfall precipitation (mm)

Table 4. A区における降雨^aに対する樹幹流^bの回帰直線のパラメータ

Regression-line parameters of stemflow^b for precipitation^a in Plot A

Tree code	DBH (cm)	Slope	Residual	Correlation coefficient
1	16.9	0.152	2.290	0.947
2	25.2	0.781	6.266	0.912
3	14.3	0.202	2.093	0.970
4	17.5	0.517	2.603	0.876
5	14.0	0.117	1.582	0.984

a; precipitation as rain (mm), b; stemflow volume (l)

Table 5. B区における降雨^aに対する樹幹流量^bの回帰直線のパラメータ

The parameter in regression lines of stem flow^b for precipitation^a at Plot B

Tree code	DBH (cm)	Slope	Residual	Correlation coefficient
6	13.4	0.191	1.57	0.954
7	17.2	0.512	3.39	0.948
8	18.9	0.476	4.59	0.939
9	35.4	0.993	10.97	0.930

a; precipitation as rain (mm), b; stemflow volume (l)

4) 林外雨、林内雨、樹幹流の水質

林外雨、林内雨、樹幹流の水質調査の結果を Appendix 1～21 に示した。ただし、第1期のデータについては、NH⁴⁺ の測定を1993年以前は行っていないことや、林外雨のpHとNO₃⁻のデータが1994年の年度途中まで正しく測定されていないことから、加重平均濃度と負荷量のみを Appendix 16～21 に掲載した。

調査期間における大きな気象災害として、1995年1月17日の兵庫県南部地震の発生と1998年9月21日の台風7号通過があげられる。兵庫県南部地震は京都市で震度5を記録したが、酸性降下物モニタリングに関わる観測機器や分析装置等への直接的な影響はなかった。1998年の台風7号は紀伊半島に上陸し近畿地方を縦断した影響で、山科区安祥寺山国有林においても相当数の樹木が倒れた。調査プロット内における被害は2本が根返り、1本が幹折れしただけであったが、試験地の南側で倒木が生じたためにプロット内は以前よりも明るくなった。またプロット外からの倒木で樹幹流採取装置一台が押しつぶされ、林内雨採取装置一台が転倒した。

1990年以降において、調査期間の京都市の年間降水量（京都气象台、1990～1999）は全国的に冷夏であった1993年が最も多く1972mmであり、西日本各地で渇水となった。1994年が最も少なく881mmであった。1994年以後の年降水量は、徐々に増加して1998年が1847mmとピークに達し、以後は低下の傾向を示している（Fig. 8）。

林外雨の年平均pH、ECはそれぞれ4.6-5.0、7-18 μS・cm⁻¹の範囲にあり、調査期間において一定の増減の傾向は認められなかった。pH値は環境庁第3次酸性雨対策調査（環境庁、1999）の全国平均値とほぼ等しかったが、ECは本調査地の方が低かった。林外雨の溶存成分ではNa⁺やCl⁻が環境庁調査の半分以下と低かったが、他の成分の濃度は環境庁調査とほぼ等しかった。

林内雨のpHは4.7-5.4であり、林外雨と等しいかわずかに高かった。年毎の変動は林外雨や樹幹流に比べてやや大きかった。林外雨のECは18-48 μS・cm⁻¹であり、林外雨に比べて高く、H⁺以外のすべての成分濃度は林

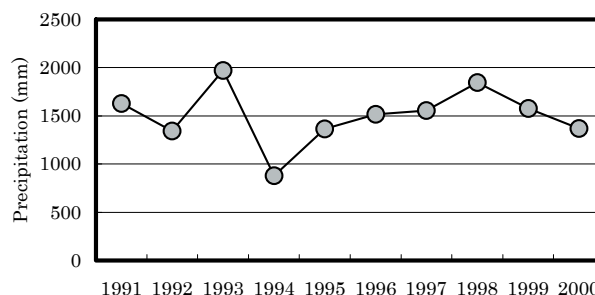


Fig. 8. 京都市における年降水量の推移
Variation of annual precipitation in Kyoto City

外雨に比べて高かった。

樹幹流のpHは3.6-3.9と林外雨や林内雨に比べてはるかに低く、ECは71-151 μS・cm⁻¹と高かった。樹幹流は林内雨に比べてSO₄²⁻やNO₃⁻濃度が高い特徴があり、これらアニオンが多いことがpHの低い原因になっていた。

引用文献

- 服部重昭(1992)“森林水文学”塚本良則編,永文堂出版, p.78-96.
- 環境庁(1999)第3次酸性雨対策調査データ集(大気系調査分冊), (財)日本環境衛生センター酸性雨研究センター, p.265.
- 河原輝彦(1985)森林生態系における炭素の循環, 林試研報, 334, 21-52.
- 京都气象台(1990-1999)平成2年～平成11年京都府気象年報
- 林野庁(1997)酸性雨等森林被害モニタリング事業報告(平成2～6年度), 74p.
- 酸性雨調査法研究会編(1993)酸性雨調査法, ぎょうせい, 401p.
- 戸塚績(1994)“酸性雨の科学と対策”溝口次男編, 丸善, p.21-43.
- 都築俊文(1997)“水の分析”日本分析化学会北海道支部会編, 化学同人, p.259-263.

Appendix 1 1995年の林外雨分析データ
 Analytical data of rain, 1995

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Date	Remark	RF mm/case	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₂ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	PO ₄ ³⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Balance C/A	ECcal $\mu\text{S}/\text{cm}$	ECratio O/C	RI ^a	R ^{2b}	QC ^c
11-Jan-95		59.2	5.00	15.1	0.01	0.81	0.23	0.24	0.44	0.13	1.26	tr.	0.98	0.00	1.37	0.41	1.17	0.10	0.08	1.21	14.6	1.03	10	-2	
26-Jan-95		23.7	4.75	19.3	0.02	0.64	0.72	0.02	0.91	0.18	1.44	tr.	0.26	0.00	2.01	0.89	1.85	0.13	0.09	1.47	20.0	0.96	19	2	*
14-Feb-95		23.1	4.85	20.7	0.01	1.95	0.14	0.28	0.44	0.12	2.20	tr.	1.22	0.00	1.87	0.37	1.38	0.15	0.12	1.21	20.2	1.02	9	-1	
31-Mar-95		110.6	4.84	17.0	0.01	0.69	0.16	0.10	0.70	0.13	1.19	tr.	1.12	0.00	1.75	0.67	1.58	0.10	0.09	1.08	15.1	1.13	4	-6	
12-Apr-95	metal funnel	41.4	5.30	15.0	0.01	0.72	0.38	0.08	0.96	0.15	1.15	tr.	0.04	0.00	3.02	0.93	2.84	0.12	0.10	1.21	17.1	0.88	9	7	
20-Apr-95		25.1	5.07	10.5	0.01	0.76	0.29	0.00	0.60	0.13	1.00	tr.	0.14	0.00	1.35	0.57	1.16	0.09	0.06	1.55	12.6	0.83	22	9	*
02-May-95		108.8	4.85	10.0	0.01	0.37	0.07	0.00	0.25	0.04	0.42	tr.	0.50	0.00	0.76	0.24	0.67	0.04	0.04	1.22	8.1	1.24	10	-11	
16-May-95		183.3	4.78	10.0	0.02	0.37	0.07	0.06	0.36	0.03	0.24	tr.	0.43	0.00	0.86	0.35	0.77	0.06	0.03	1.95	11.8	0.85	32	8	*
02-Jun-95		44.5	5.46	15.7	0.00	0.42	0.25	0.58	0.38	0.05	0.73	tr.	1.43	tr.	1.57	0.36	1.46	0.08	0.08	1.05	10.9	1.44	2	-18	*
05-Jun-95		46.5	4.84	17.8	0.01	1.10	0.24	0.21	0.22	0.09	1.59	tr.	0.72	0.00	1.04	0.18	0.76	0.09	0.08	1.20	14.2	1.25	9	-11	
21-Jun-95		75.9	4.96	13.1	0.01	0.47	0.19	0.47	0.16	0.03	1.79	tr.	1.59	0.00	3.10	0.14	2.98	0.07	0.14	0.51	18.2	0.72	-32	16	*
07-Jul-95	overflow	331.7	4.74	10.0	0.02	0.54	0.11	0.09	0.15	0.04	0.67	tr.	0.53	0.00	0.75	0.13	0.61	0.06	0.04	1.44	12.6	0.79	18	12	
18-Jul-95		54.0	4.49	48.2	0.03	0.68	0.32	0.44	0.33	0.07	0.94	tr.	1.55	0.00	2.46	0.30	2.29	0.11	0.10	1.11	23.5	2.05	5	-34	*
31-Jul-95		147.8	4.25	24.1	0.06	0.60	0.26	0.49	0.42	0.07	0.81	tr.	1.70	0.00	3.05	0.40	2.90	0.15	0.11	1.28	35.0	0.69	12	18	*
21-Aug-95		17.3	5.65	22.2	0.00	0.51	0.96	0.06	0.48	0.13	0.68	tr.	0.01	0.00	1.79	0.46	1.66	0.08	0.06	1.50	9.6	2.31	20	-40	*
01-Sep-95		1.4	4.93	25.0	0.01	2.17	1.07	0.00	0.89	0.20	4.32	tr.	0.00	0.00	0.93	0.81	0.39	0.19	0.14	1.36	24.6	1.02	15	-1	
18-Sep-95		69.6	4.10	45.3	0.08	1.21	0.26	0.07	0.43	0.11	2.13	tr.	1.81	0.00	3.83	0.38	3.53	0.17	0.17	1.02	46.0	0.99	1	1	
02-Oct-95		39.0	5.63	7.2	0.00	0.56	0.29	0.05	0.26	0.06		tr.	0.00	0.00	0.43	0.24	0.29	0.05							
16-Oct-95		13.9	4.50	20.8	0.03	0.63	0.09	0.20	0.46	0.11	1.42	tr.	0.02	0.00	2.50	0.44	2.34	0.10	0.09	1.11	21.9	0.95	5	2	
31-Oct-95		49.9	4.90	12.0	0.01	0.53	0.06	0.08	0.45	0.08	1.15	tr.	0.05	0.00	1.01	0.43	0.88	0.07	0.05	1.25	11.0	1.09	11	-4	
10-Nov-95		20.8	5.44	10.8	0.00	0.51	0.78	0.10	0.36	0.31	1.15	0.00	0.00	0.00	0.99	0.34	0.86	0.09	0.05	1.72	9.5	1.13	26	-6	
16-Nov-95		24.0	4.68	14.0	0.02	0.74	0.10	0.06	0.33	0.11	1.45	0.00	0.00	0.00	1.31	0.30	1.12	0.08	0.07	1.22	15.8	0.89	10	6	
21-Nov-95		18.2	5.11	9.2	0.01	0.53	0.06	0.07	0.20	0.06	0.89	tr.	0.00	0.00	0.58	0.18	0.45	0.05	0.04	1.43	8.8	1.05	18	-2	

^aRI = (Cations - Anions) / (Cations - Anion) × 100, ^bR2 = (ECcal-ECobs) / (ECcal+ECobs) × 100, ^cQC = Quality Check; Asterisk denotes inaccuracy data which were excluded for the calculation of volume weighted average.

Appendix 2 1996年の林外雨分析データ
Analytical data of rain samples, 1996

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Date	Remark	RF mm/case	pH	ECobs μS/cm ⁻¹	H ⁺ mg·l ⁻¹	Na ⁺ mg·l ⁻¹	K ⁺ mg·l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg·l ⁻¹	Ca ²⁺ mg·l ⁻¹	Mg ²⁺ mg·l ⁻¹	Cl ⁻ mg·l ⁻¹	NO ₂ mg·l ⁻¹	NO ₃ mg·l ⁻¹	PO ₄ mg·l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg·l ⁻¹	nss-Ca ²⁺ mg·l ⁻¹	nss-SO ₄ ²⁻ mg·l ⁻¹	Cations meq·l ⁻¹	Anions meq·l ⁻¹	Balance C/A	ECcal μS/cm	ECratio O/C	R1 ^a	R2 ^b	QC ^c
09-Jan-96		57.7	4.57	39.2	0.03	2.93	0.26	0.10	0.64	0.42	5.81	0.00	0.22	0.00	2.98	0.53	2.24	0.23	0.23	1.01	38.05	1.03	1	-1	
16-Jan-96		27.4	4.69	26.0	0.02	1.59	0.21	0.15	0.64	0.20	3.13	tr.	0.19	0.00	2.32	0.58	1.92	0.15	0.14	1.09	25.18	1.03	4	-2	
14-Feb-96		26.6	4.79	30.1	0.02	2.20	0.15	0.09	0.99	0.33	4.59	tr.	0.02	0.00	2.68	0.91	2.13	0.20	0.19	1.06	29.82	1.01	3	-0	
29-Feb-96		33.5	5.47	14.1	0.00	1.04	0.08	0.06	0.73	0.15	1.86	0.00	0.11	0.00	1.66	0.69	1.40	0.10	0.09	1.14	13.60	1.04	7	-2	
29-Mar-96		40.7	5.95	6.5	0.00	0.34	0.02	0.06	0.72	0.09	0.47	tr.	0.00	0.00	0.66	0.71	0.57	0.06	0.03	1.97	6.03	1.08	33	-4	*
08-Apr-96		57.7	5.29	8.4	0.01	0.54	0.04	0.05	0.38	0.08	0.78	tr.	0.05	0.00	0.91	0.36	0.78	0.06	0.04	1.36	7.99	1.04	15	-2	
19-Apr-96		44.2	6.68	23.1	0.00	0.95	0.07	0.14	2.63	0.22	1.89	tr.	0.26	0.00	3.31	2.59	3.07	0.20	0.15	1.31	21.47	1.08	13	-4	
07-May-96		38.4	6.90	6.3	0.00	1.15	0.08	0.08	0.73	0.10	0.42	tr.	0.00	0.00	0.85	0.68	0.56	0.10	0.07	1.37	8.05	0.79	16	12	*
20-May-96		29.7	5.96	7.4	0.00	0.21	0.19	0.12	0.61	0.08	0.34	0.00	0.01	0.00	1.49	0.60	1.44	0.06	0.05	1.29	7.10	1.05	13	-2	
22-May-96		45.6	4.57	19.1	0.03	0.41	0.17	0.20	0.51	0.09	0.72	tr.	0.95	0.00	2.35	0.49	2.24	0.09	0.08	1.10	19.86	0.96	5	2	
29-May-96		6.4	5.03	15.5	0.01	0.32	0.58	0.47	0.55	0.16	0.66	tr.	0.80	0.00	2.42	0.53	2.34	0.10	0.08	1.27	15.64	0.99	12	0	
14-Jun-96		68.4	4.61	12.5	0.02	0.25	0.05	0.08	0.34	0.05	0.51	0.00	0.04	0.00	1.52	0.33	1.46	0.06	0.05	1.33	14.37	0.87	14	7	
16-Jun-96		5.5	3.90	76.8	0.13	0.37	0.25	0.24	1.14	0.15	1.23	tr.	3.69	0.00	4.77	1.12	4.67	0.23	0.19	1.18	64.80	1.19	8	-8	
19-Jun-96		31.8	4.71	15.2	0.02	0.78	0.12	0.21	0.26	0.07	1.20	tr.	0.13	0.00	1.46	0.23	1.26	0.09	0.07	1.29	15.76	0.96	13	2	
25-Jun-96		69.3	4.95	7.2	0.01	0.27	0.05	0.05	0.13	0.02	0.35	tr.	0.00	0.00	0.58	0.12	0.52	0.04	0.02	1.56	6.97	1.03	22	-2	
02-Jul-96		114.3	4.83	10.0	0.01	0.40	0.03	0.04	0.19	0.03	0.43	tr.	0.00	0.00	1.05	0.17	0.95	0.05	0.03	1.37	9.60	1.04	16	-2	
12-Jul-96		114.3	5.21	4.8	0.01	0.28	0.03	0.08	0.14	0.02	0.25	tr.	0.01	0.00	0.56	0.13	0.49	0.03	0.02	1.62	5.10	0.94	24	3	
26-Jul-96		38.4	4.90	9.4	0.01	0.34	0.40	0.05	0.35	0.08	0.67	tr.	0.02	0.00	1.11	0.34	1.02	0.06	0.04	1.52	10.79	0.87	20	7	*
19-Aug-96		61.2	5.37	12.2	0.00						2.42	0.00	1.62	0.00	2.52	0.00	2.52	0.00	0.15						
29-Aug-96		235.3	4.37	22.1	0.04	0.20	0.20	0.32	0.15	0.03	0.31	0.00	1.48	0.00	2.36	0.15	2.31	0.08	0.08	1.03	23.83	0.93	1	4	
17-Sep-96		153.9	4.37	23.7	0.04	0.21	0.08	0.20	0.16	0.03	0.35	0.00	1.77	0.00	1.85	0.15	1.80	0.07	0.08	0.97	22.70	1.04	-2	-2	
04-Oct-96		80.8	4.51	17.9	0.03	0.29	0.07	0.12	0.19	0.04	0.44	0.00	1.14	0.00	1.36	0.18	1.29	0.06	0.06	1.09	17.26	1.04	4	-2	
17-Oct-96		88.1	4.75	12.0	0.02	0.21	0.05	0.05	0.21	0.02	0.26	0.00	0.71	0.00	0.70	0.20	0.65	0.04	0.03	1.27	10.18	1.18	12	-8	
15-Nov-96		106.2	4.37	23.5	0.04	0.93	0.08	0.06	0.22	0.11	1.63	tr.	1.60	0.00	1.69	0.19	1.45	0.11	0.11	1.02	26.57	0.88	1	6	
20-Nov-96		5.5	3.89	62.2	0.13	1.53	0.25	0.17	0.63	0.23	2.97	tr.	4.73	0.00	5.22	0.58	4.83	0.26	0.27	0.97	72.61	0.86	-2	8	
02-Dec-96		20.2	5.15	19.2	0.01	1.52	0.45	0.08	0.51	0.30	3.32	tr.	0.28	0.00	1.73	0.45	1.35	0.14	0.13	1.04	20.13	0.95	2	2	
16-Dec-96		60.1	4.75	12.3	0.02	0.33	0.15	0.08	0.24	0.05	0.63	tr.	0.62	0.00	1.05	0.23	0.97	0.06	0.05	1.14	12.26	1.00	7	-0	

^a R1 = (Cations - Anions)/(Cations + Anions) × 100, ^b R2 = (ECcal-ECobs)/(ECcal+ECobs) × 100, ^c Quality Check; Asterisk denotes inaccuracy data which were excluded for the calculation of volume weighted average.

Appendix 3 1997年の林外雨分析データ
 Analytical data of rain, 1997

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Date	Remark	RF mm/case	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₂ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	PO ₄ ³⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Balance C/A	ECal $\mu\text{S}/\text{cm}$	ECratio O/C	RI ^a	R2 ^b	QC ^c	
14-Jan-97		54.3	4.90	13.5	0.01	1.92	0.14	0.05	0.43	0.12	1.81	tr.	1.11	0.10	1.77	0.35	1.29	0.13	0.11	1.26	18.9	0.71	12	17		
28-Jan-97		32.0	4.71	31.7	0.02	2.27	0.13	0.30	0.82	0.29	4.48	tr.	1.11	0.00	2.10	0.73	1.53	0.20	0.19	1.08	31.3	1.01	4	-1		
20-Feb-97		49.7	4.61	21.9	0.02	1.00	0.05	0.07	0.55	0.14	1.78	tr.	0.92	0.00	1.75	0.51	1.50	0.11	0.10	1.11	21.2	1.03	5	-2		
17-Mar-97		58.6	4.19	40.3	0.06	1.19	0.15	0.11	0.79	0.18	2.01	tr.	1.86	0.00	3.49	0.74	3.19	0.18	0.16	1.13	41.1	0.98	6	1		
31-Mar-97		22.5	5.08	3.4	0.01	0.25	0.00	0.02	0.11	0.02	0.18	0.00	0.02	0.00	0.55	0.11	0.48	0.03	0.02	1.63	5.2	0.65	24	21		
28-Mar-97		28.0	4.64	18.6	0.02	1.11	0.12	0.03	0.39	0.11	1.21	tr.	1.08	0.00	1.20	0.35	0.92	0.10	0.08	1.36	18.2	1.02	15	-1		
09-Apr-97		76.8	4.38	19.9	0.04	0.29	0.11	0.41	0.22	0.04	0.38	tr.	1.64	0.00	1.15	0.21	1.08	0.09	0.06	1.53	22.4	0.89	21	6	*	
01-May-97		43.3	4.32	28.3	0.05	0.91	0.31	0.30	0.63	0.10	0.98	tr.	2.31	0.00	2.87	0.59	2.64	0.15	0.12	1.21	32.2	0.88	9	6		
29-May-97		44.2	4.24	34.2	0.06	0.46	0.14	0.36	0.45	0.07	0.65	tr.	1.99	0.00	3.47	0.43	3.35	0.13	0.12	1.05	33.8	1.01	2	-1		
16-Jun-97		42.7	4.45	24.1	0.04	0.28	0.21	0.44	0.49	0.07	0.51	tr.	1.64	0.00	2.71	0.48	2.64	0.11	0.10	1.11	24.4	0.99	5	1		
30-Jun-97		105.7	5.11	6.8	0.01	0.31	0.11	0.06	0.17	0.04	0.50	tr.	0.13	0.00	0.63	0.16	0.55	0.04	0.03	1.33	6.7	1.01	14	-1		
14-Jul-97		293.0	4.80	10.2	0.02	0.30	0.10	0.23	0.22	0.05	0.46	tr.	0.29	0.00	0.79	0.21	0.72	0.06	0.03	1.72	10.8	0.95	26	3		
08-Aug-97		280.0	4.84	7.6	0.01	0.27	0.11	0.07	0.17	0.03	0.34	tr.	0.34	0.00	0.72	0.16	0.65	0.04	0.03	1.47	9.1	0.84	19	9		
28-Aug-97		18.7	4.91	16.2	0.01	0.54	0.45	0.17	0.90	0.16	0.90	tr.	1.69	0.00	1.67	0.88	1.54	0.11	0.09	1.31	17.0	0.95	13	2		
01-Oct-97		214.2	5.32	5.6	0.00	0.48	0.09	0.04	0.37	0.06	0.80	tr.	0.06	0.00	0.66	0.35	0.54	0.05	0.04	1.44	7.3	0.76	18	13		
14-Oct-97		15.0	5.09	8.4	0.01	0.48	0.07	0.05	0.37	0.08	0.83	tr.	0.03	0.00	0.75	0.35	0.63	0.06	0.04	1.48	8.7	0.97	19	2		
28-Oct-97		3.5	4.53	74.9	0.03	3.53	1.41	1.49	3.34	0.74	7.82	tr.	6.98	0.00	8.10	3.21	7.21	0.53	0.50	1.05	78.2	0.96	3	2		
18-Nov-97		52.0	5.16	12.2	0.01	1.04	0.20	0.02	0.71	0.17	0.89	tr.	0.07	0.00	1.13	0.67	0.87	0.11	0.05	2.17	11.8	1.03	37	-2	*	
27-Nov-97		63.8	5.11	8.1	0.01	0.37	0.09	0.04	0.23	0.10	0.69	0.00	0.01	0.00	0.35	0.22	0.25	0.05	0.03	1.78	7.0	1.15	28	-7		
11-Dec-97		63.8	4.91	9.1	0.01	0.35	0.03	0.04	0.14	0.04	0.56	0.00	0.01	0.00	0.60	0.12	0.52	0.04	0.03	1.42	8.1	1.13	18	-6		
25-Dec-97		20.8	4.69	12.5	0.02	0.48	0.06	0.05	0.29	0.09	0.87	0.00	0.02	0.00	0.92	0.27	0.81	0.07	0.04	1.53	13.1	0.95	21	3		

^a RI = (Cations - Anions) / (Cations + Anions) × 100, ^b R2 = (ECal-ECobs) / (ECal+ECobs) × 100, ^c QC = Quality Check; Asterisk denotes inaccuracy data which were excluded for the calculation of volume weighted average.

Appendix 4 1998年の林外雨分析データ Analytical data of rain, 1998

Table with 26 columns: Date, Remark, RF, pH, ECobs, H+, Na+, K+, NH4+, Ca2+, Mg2+, Cl-, NO3-, PO4, SO42-, nss-Ca2+, nss-SO42-, Cations, Anions, Balance, C/A, ECcal, ECratio, RI, R2, QC. Rows include dates from 14-Jan-98 to 18-Dec-98.

* R1 = (Cations - Anions) / (ECcal - ECobs) × 100, * Quality Check; Asterisk denotes inaccuracy data which were excluded for the calculation of volume weighted average.

Appendix 5 1999年の林外雨分析データ Analytical data of rain, 1999

Table with 26 columns: Date, Remark, RF, pH, ECobs, H+, Na+, K+, NH4+, Ca2+, Mg2+, Cl-, NO3-, PO4, SO42-, nss-Ca2+, nss-SO42-, Cations, Anions, Balance, C/A, ECcal, ECratio, RI, R2, QC. Rows include dates from 11-Jan-99 to 01-Dec-99.

* R1 = (Cations - Anions) / (ECcal - ECobs) × 100, * Quality Check; Asterisk denotes inaccuracy data which were excluded for the calculation of volume weighted average.

Appendix 6 1995年の林内雨分析データ
Analytical data of throughfall, 1999

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Date	Remark	RF ml/cause	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ mg · l ⁻¹	Na ⁺ mg · l ⁻¹	K ⁺ mg · l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg · l ⁻¹	Ca ²⁺ mg · l ⁻¹	Mg ²⁺ mg · l ⁻¹	Cl ⁻ mg · l ⁻¹	NO ₃ ⁻ mg · l ⁻¹	NO ₂ ⁻ mg · l ⁻¹	PO ₄ ³⁻ mg · l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg · l ⁻¹	nss-Ca ²⁺ mg · l ⁻¹	nss-SO ₄ ²⁻ mg · l ⁻¹	Cations meq · l ⁻¹	Anions meq · l ⁻¹	Balance C/A	ECcal $\mu\text{S}/\text{cm}$	ECratio O/C	R1	R2
11-Jan-95		34.0	5.70	59.4	0.00	2.10	6.42	0.07	3.19	1.06	8.32	tr.	2.35	tr.	4.91	3.11	4.38	0.51	0.37	1.36	60.6	0.98	15	1
26-Jan-95		9.4	4.58	91.3	0.03	2.93	4.53	0.39	5.11	1.47	9.04	tr.	9.30	0.00	6.15	5.00	5.42	0.67	0.53	1.25	87.7	1.04	11	-2
14-Feb-95		11.2	4.35	102.4	0.04	4.58	3.88	0.50	4.72	1.20	13.55	0.00	10.63	0.00	11.41	4.54	10.26	0.70	0.79	0.89	114.4	0.90	-6	6
31-Mar-95		52.5	4.88	57.0	0.01	2.83	5.50	0.32	2.64	0.74	6.04	tr.	3.93	0.00	5.89	2.53	5.18	0.49	0.36	1.37	60.8	0.94	15	3
12-Apr-95		25.8	5.90	76.0	0.00	1.61	11.15	1.41	1.48	0.44	7.24	tr.	0.17	tr.	6.08	1.42	5.68	0.54	0.33	1.63	62.9	1.21	24	-9
20-Apr-95		10.6	6.07	63.1	0.00	1.10	10.55	0.78	1.15	0.39	5.86	tr.	0.16	0.00	4.34	1.11	4.07	0.45	0.26	1.75	50.9	1.24	27	-11
02-May-95		80.4	5.65	25.7	0.00	0.75	4.27	0.02	0.63	0.18	2.31	0.00	0.00	0.00	1.81	0.61	1.62	0.19	0.10	1.86	21.2	1.21	30	-10
16-May-95		230.4	5.41	11.2	0.00	0.43	1.03	0.10	0.53	0.12	0.74	tr.	0.36	0.00	1.08	0.51	0.97	0.09	0.05	1.85	10.5	1.07	30	-3
02-Jun-95		19.9	5.16	45.2	0.01	0.52	1.66	0.35	1.48	0.45	2.29	tr.	3.22	0.00	3.08	1.46	2.95	0.20	0.18	1.12	28.3	1.60	6	-23
05-Jun-95		29.5	4.84	29.9	0.01	0.68	1.25	0.17	1.00	0.27	2.03	tr.	2.84	0.00	3.01	0.97	2.84	0.16	0.17	0.95	26.4	1.13	-3	-6
21-Jun-95		50.2	5.21	22.3	0.01	0.51	1.51	0.43	0.94	0.33	2.30	tr.	2.22	0.00	4.57	0.92	4.44	0.16	0.20	0.84	27.1	0.82	-9	10
07-Jul-95		245.9	5.23	12.6	0.01	0.34	0.65	0.35	0.63	0.19	0.54	tr.	1.00	tr.	1.25	0.61	1.16	0.10	0.06	1.80	12.5	1.01	29	-0
18-Jul-95		29.7	5.75	100.3	0.00	0.44	1.58	2.17	2.30	0.59	1.81	tr.	3.55	tr.	5.65	2.29	5.54	0.34	0.23	1.53	40.2	2.50	21	-43
31-Jul-95		104.8	5.16	24.4	0.01	0.34	0.74	0.92	1.15	0.28	0.78	tr.	2.18	tr.	3.99	1.14	3.90	0.17	0.14	1.23	23.8	1.02	10	-1
21-Aug-95		11.2	6.50	68.6	0.00																			
01-Sep-95		39.5	4.94	50.0	0.01																			
18-Sep-95		45.4	4.96	43.8	0.01	0.67	1.29	1.11	2.47	0.64	2.39	tr.	4.52	tr.	5.88	2.44	5.71	0.31	0.26	1.18	42.5	1.03	8	-2
02-Oct-95		29.9	5.32	52.6	0.00																			
16-Oct-95		5.8	5.50	55.6	0.00	1.07	2.52	1.34	3.61	0.90	4.39	0.00	5.94	0.00	6.80	3.57	6.53	0.44	0.36	1.23	55.9	1.00	10	0
31-Oct-95		35.3	4.96	53.5	0.01	2.09	2.19	0.12	3.01	0.80	5.96	0.00	10.63	0.00	4.31	2.93	3.79	0.38	0.43	0.89	57.7	0.93	-6	4
10-Nov-95		15.3	4.79	45.7	0.02	1.62	2.77	0.52	2.68	0.72	5.70	0.00	5.34	0.00	3.65	2.62	3.24	0.38	0.32	1.17	52.1	0.88	8	7
16-Nov-95		17.0	4.63	50.6	0.02	1.74	2.83	0.32	2.31	0.66	6.11	0.00	4.36	0.00	3.79	2.25	3.36	0.36	0.32	1.11	52.8	0.96	5	2
21-Nov-95		13.1	4.80	44.4	0.02	1.54	3.01	0.11	2.16	0.55	5.38	0.00	2.57	0.00	1.84	2.10	1.45	0.32	0.23	1.38	41.4	1.07	16	-4

Appendix 7 1996年の林内雨分析データ
Analytical data of throughfall, 1996

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Date	Remark	RF ml/case	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₂ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	PO ₄ ³⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Balance C/A	ECcal $\mu\text{S/cm}$	ECratio O/C	R1	R2
09-Jan-96		32.3	4.91	95.1	0.01	4.63	3.72	0.65	4.66	1.53	13.75	0.02	5.96	0.00	8.67	4.48	7.51	0.70	0.66	1.06	95.4	1.00	3	0	
16-Jan-96		17.7	4.63	65.1	0.02	2.13	4.78	0.51	2.36	0.70	8.31	0.01	4.93	0.00	4.53	2.27	3.99	0.44	0.41	1.08	64.9	1.00	4	-0	
14-Feb-96		7.9	4.67	74.6	0.02	3.77	3.13	0.43	2.86	0.88	10.01	0.00	4.95	0.00	6.18	2.72	5.23	0.50	0.49	1.03	73.2	1.02	1	-1	
29-Feb-96		20.9	4.58	82.9	0.03	2.56	4.59	0.34	4.33	1.13	8.91	0.01	7.41	0.00	8.49	4.24	7.85	0.58	0.55	1.07	84.4	0.98	3	1	
21-Mar-96		79.0	4.54	56.0	0.03	2.09	2.91	0.14	2.16	0.59	5.32	0.02	4.20	0.00	5.68	2.08	5.16	0.36	0.34	1.07	55.5	1.01	3	-1	
29-Mar-96		27.7	5.63	30.1	0.00	1.39	2.74	0.11	1.34	0.35	4.11	0.03	1.70	0.00	2.21	1.29	1.86	0.23	0.19	1.24	29.5	1.02	11	-1	
09-Jan-96		32.3	5.04	95.0	0.01	4.62	3.75	0.65	4.63	1.53	13.73	0.02	5.93	0.00	8.66	4.46	7.50	0.70	0.66	1.06	95.3	1.00	3	0	
16-Jan-96		17.7	4.66	65.3	0.02	2.13	4.80	0.51	2.36	0.70	8.34	0.02	4.94	0.00	4.54	2.28	4.01	0.44	0.41	1.08	65.1	1.00	4	-0	
14-Feb-96		7.9	4.71	74.7	0.02	3.78	3.13	0.44	2.86	0.89	10.04	0.00	4.95	0.00	6.20	2.72	5.26	0.51	0.49	1.03	73.2	1.02	1	-1	
29-Feb-96		20.9	4.58	82.4	0.03	2.55	4.54	0.33	4.31	1.13	8.85	0.01	7.34	0.00	8.44	4.21	7.80	0.58	0.54	1.07	83.9	0.98	3	1	
21-Mar-96		79.0	4.54	56.1	0.03	2.09	2.91	0.14	2.16	0.59	5.32	0.02	4.20	0.00	5.69	2.08	5.16	0.36	0.34	1.07	55.5	1.01	3	-1	
29-Mar-96		27.7	5.65	30.3	0.00	1.39	2.78	0.11	1.35	0.35	4.14	0.03	1.73	0.00	2.22	1.30	1.87	0.24	0.19	1.24	29.7	1.02	11	-1	
08-Apr-96		41.0	5.26	21.7	0.01	1.03	1.60	0.11	0.83	0.21	2.39	0.02	1.77	0.00	1.72	0.79	1.46	0.16	0.13	1.18	21.0	1.03	8	-2	
19-Apr-96		28.7	5.97	58.5	0.00	2.13	2.81	0.41	4.21	0.76	5.60	0.04	6.18	0.00	7.13	4.13	6.59	0.46	0.41	1.13	58.8	0.99	6	0	
07-May-96		29.6	4.81	44.0	0.02	2.03	2.49	0.37	3.53	0.68	3.81	0.03	9.74	0.00	4.00	3.45	3.49	0.42	0.35	1.20	55.4	0.79	9	11	
20-May-96		21.2	5.55	18.1	0.00	0.58	1.15	0.13	0.86	0.16	1.27	0.00	1.05	0.00	1.76	0.83	1.61	0.12	0.09	1.34	15.0	1.20	15	-9	
22-May-96		30.7	4.21	56.4	0.06	1.20	2.19	1.03	2.50	0.51	3.11	0.00	8.75	0.00	5.13	2.45	4.83	0.39	0.34	1.17	67.0	0.84	8	9	
29-May-96		3.4	4.93	33.4	0.01	0.60	1.78	0.75	1.46	0.29	1.52	0.05	4.27	0.04	3.43	1.43	3.28	0.22	0.18	1.21	31.3	1.07	9	-3	
14-Jun-96		41.2	4.37	50.7	0.04	0.90	3.17	0.37	2.03	0.44	2.64	0.01	7.47	0.00	3.90	2.00	3.67	0.32	0.28	1.16	53.0	0.96	7	2	
19-Jun-96		21.8	4.63	43.1	0.02	0.57	2.11	0.85	1.75	0.34	2.40	0.01	5.82	0.00	3.69	1.73	3.55	0.26	0.24	1.11	41.5	1.04	5	-2	
25-Jun-96		52.5	5.01	18.8	0.01	0.38	1.51	0.09	0.65	0.15	1.28	0.01	1.42	0.00	1.41	0.63	1.31	0.11	0.09	1.30	16.7	1.12	13	-6	
02-Jul-96		53.0	4.84	26.7	0.01	0.46	1.88	0.14	1.10	0.24	1.64	0.02	2.16	0.00	2.72	1.09	2.60	0.17	0.14	1.20	25.0	1.07	9	-3	
12-Jul-96		86.9	4.95	15.8	0.01	0.31	1.03	0.07	0.69	0.13	0.83	0.03	1.42	0.00	1.55	0.68	1.47	0.10	0.08	1.28	15.4	1.03	12	-1	
26-Jul-96		25.1	6.42	35.2	0.00	0.60	3.08	0.75	2.27	0.48	2.72	0.08	2.02	0.02	3.57	2.25	3.42	0.30	0.18	1.63	33.2	1.06	24	-3	
12-Aug-96		4.9	6.61	108.1	0.00	1.24	7.26	4.30	6.36	1.22	5.96	0.91	8.51	0.02	7.92	6.31	7.61	0.90	0.47	1.91	94.0	1.15	31	-7	
19-Aug-96		35.3	6.20	41.4	0.00	0.86	1.51	0.60	1.55	0.33	3.77	0.09	4.67	0.00	3.94	1.52	3.72	0.21	0.26	0.81	33.5	1.24	-10	-11	
29-Aug-96		158.3	4.49	24.2	0.03	0.34	1.01	0.28	0.74	0.16	0.74	0.00	2.25	0.00	2.69	0.73	2.61	0.14	0.11	1.23	26.7	0.91	10	5	
17-Sep-96		117.4	4.75	26.3	0.02	0.37	1.13	0.58	0.86	0.20	1.02	0.00	3.04	0.00	2.69	0.85	2.59	0.15	0.13	1.15	25.1	1.05	7	-3	
04-Oct-96		54.4	4.77	31.14	0.02	0.77	1.56	0.32	1.33	0.31	2.15	0.00	3.39	0.00	2.40	1.30	2.20	0.20	0.17	1.21	29.7	1.05	10	-2	

Appendix 8 1997年の林内雨内分析データ
 Analytical data of throughfall, 1997

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Date	Remark	RF ml/case	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ mg · l ⁻¹	Na ⁺ mg · l ⁻¹	K ⁺ mg · l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg · l ⁻¹	Ca ²⁺ mg · l ⁻¹	Mg ²⁺ mg · l ⁻¹	Cl ⁻ mg · l ⁻¹	NO ₃ ⁻ mg · l ⁻¹	NO ₂ ⁻ mg · l ⁻¹	PO ₄ ³⁻ mg · l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg · l ⁻¹	nss-Ca ²⁺ mg · l ⁻¹	nss-SO ₄ ²⁻ mg · l ⁻¹	Cations meq · l ⁻¹	Anions meq · l ⁻¹	Balance C/A	ECcal $\mu\text{S}/\text{cm}$	ECratio O/C	R1	R2
14-Jan-97		38.9	4.93	40.3	0.01	1.55	1.91	0.33	2.12	0.55	4.62	tr.	tr.	0.00	3.62	2.06	3.24	0.30	0.26	1.16	40.8	0.99	7	1
28-Jan-97		20.1	4.90	59.9	0.01	3.43	2.10	0.64	2.31	0.86	8.76	tr.	tr.	0.00	4.72	2.18	3.86	0.44	0.39	1.11	59.1	1.01	5	-1
20-Feb-97		24.4	4.60	55.5	0.03	2.34	1.69	0.64	2.48	0.69	5.40	tr.	tr.	0.00	5.43	2.39	4.84	0.39	0.34	1.14	55.9	0.99	6	0
17-Mar-97		35.7	4.31	80.1	0.05	3.37	2.91	0.50	3.76	1.02	7.04	tr.	tr.	0.00	8.28	3.63	7.43	0.57	0.51	1.12	86.4	0.93	6	4
28-Mar-97		18.3	4.89	37.4	0.01	1.61	1.98	0.08	1.77	0.51	3.56	tr.	tr.	0.00	2.87	1.71	2.47	0.27	0.23	1.19	36.6	1.02	9	-1
31-Mar-97		17.5	4.45	30.9	0.04	1.03	2.67	0.10	1.66	0.42	2.90	tr.	tr.	0.00	3.08	1.62	2.82	0.27	0.21	1.29	42.5	0.73	13	16
09-Apr-97		64.0	5.09	18.7	0.01	0.70	1.43	0.12	0.99	0.27	1.18	tr.	tr.	0.00	2.05	0.96	1.87	0.15	0.10	1.52	19.3	0.96	21	2
01-May-97		26.2	4.87	76.5	0.01	1.53	4.14	1.30	4.42	1.07	5.51	tr.	tr.	tr.	7.02	4.36	6.63	0.57	0.50	1.14	76.4	1.00	7	-0
15-May-97		79.5	5.08	26.7	0.01	0.57	1.45	0.75	1.15	0.31	1.63	tr.	tr.	0.00	2.73	1.13	2.58	0.19	0.15	1.31	26.0	1.03	13	-1
29-May-97		25.7	5.34	43.1	0.00	0.59	2.09	1.56	2.13	0.56	2.33	tr.	tr.	tr.	5.41	2.11	5.26	0.32	0.28	1.17	43.0	1.00	8	-0
16-Jun-97		23.0	4.79	53.9	0.02	0.73	2.33	1.77	2.53	0.57	2.80	tr.	tr.	0.00	6.65	2.50	6.47	0.38	0.34	1.13	54.3	0.99	6	0
30-Jun-97		51.4	5.39	23.9	0.00	0.37	1.82	0.40	1.18	0.26	1.61	0.46	0.46	0.00	1.99	1.16	1.90	0.17	0.14	1.21	22.5	1.06	10	-3
14-Jul-97		197.5	5.53	15.3	0.00	0.44	1.08	0.21	0.68	0.16	1.18	0.23	0.83	0.00	1.48	0.66	1.37	0.11	0.08	1.39	13.5	1.13	16	-6
08-Aug-97		226.0	6.43	16.4	0.00	0.26	1.35	0.67	0.80	0.19	0.88	tr.	tr.	tr.	1.45	0.79	1.38	0.14	0.07	2.07	14.4	1.14	35	-6
28-Aug-97		12.5	5.86	67.8	0.00																			
01-Oct-97		143.9	5.65	19.7	0.00	0.49	0.79	0.51	0.91	0.20	1.31	tr.	tr.	tr.	0.71	0.89	0.58	0.13	0.08	1.64	15.2	1.30	24	-13
18-Nov-97		35.4	5.14	88.7	0.01	1.85	7.78	0.31	5.28	1.38	12.62	0.48	0.48	0.00	5.10	5.21	4.63	0.68	0.57	1.20	87.4	1.01	9	-1

Appendix 9 1998年の林内雨分析データ Analytical data of throughfall, 1997

Table with 26 columns: Date, Remark, RF, pH, ECobs, H+, Na+, K+, NH4+, Ca2+, Mg2+, Cl-, NO2-, NO3-, PO4, SO42-, nss-Ca2+, nss-SO42-, Cations, Anions, Balance, ECcal, ECratio, R1, R2.

Appendix 10 1999年の林内雨分析データ Analytical data of throughfall, 1999

Table with 26 columns: Date, Remark, RF, pH, ECobs, H+, Na+, K+, NH4+, Ca2+, Mg2+, Cl-, NO2-, NO3-, PO4, SO42-, nss-Ca2+, nss-SO42-, Cations, Anions, Balance, ECcal, ECratio, R1, R2.

Appendix 11 1995年の樹幹流分析データ
Analytical data of stemflow, 1995

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Date	Remark	RF ml/case	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₂ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	PO ₄ ³⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Balance C/A	ECcal $\mu\text{S}/\text{cm}$	ECratio O/C	R1	R2
11-Jan-95		0.29	3.23	380.8	0.58	5.23	7.43	0.81	14.95	3.67	32.95	tr.	20.37	0.00	32.37	14.75	31.06	2.09	1.93	1.08	439.6	0.87	4	7	
26-Jan-95		0.10	3.18	374.3	0.66	3.56	7.22	0.97	11.29	2.66	22.65	tr.	21.45	tr.	30.86	11.15	29.96	1.83	1.63	1.13	425.1	0.88	6	6	
14-Feb-95		0.18	3.22	387.2	0.61	5.01	7.23	0.63	12.35	2.70	26.37	0.00	25.21	0.00	38.56	12.16	37.31	1.88	1.95	0.96	435.6	0.89	-2	6	
31-Mar-95		1.07	3.28	331.7	0.53	4.26	7.37	0.55	7.76	1.91	17.43	tr.	17.96	0.00	24.88	7.60	23.81	1.47	1.30	1.13	339.1	0.98	6	1	
20-Apr-95		0.01	3.56	172.2	0.27	3.33	6.10	0.18	4.14	0.97	14.86	tr.	0.53	tr.	11.70	4.02	10.86	0.87	0.67	1.30	183.3	0.94	13	3	
02-May-95		1.87	3.62	149.3	0.24	1.98	5.02	0.29	3.21	0.54	9.14	0.00	2.89	0.00	9.58	3.14	9.08	0.67	0.50	1.33	148.5	1.01	14	-0	
16-May-95		6.28	3.91	69.4	0.12	0.93	2.63	0.19	1.14	0.15	2.76	tr.	1.51	0.00	3.84	1.10	3.61	0.31	0.18	1.70	68.5	1.01	26	-1	
02-Jun-95		0.22	3.71	114.3	0.20	1.63	4.27	0.16	1.63	0.36	4.52	0.00	0.01	0.00	6.12	1.57	5.71	0.49	0.26	1.94	106.5	1.07	32	-4	
05-Jun-95		1.21	3.63	129.6	0.24	1.29	4.34	0.27	1.39	0.34	5.08	tr.	3.42	0.00	7.94	1.34	7.62	0.51	0.36	1.41	127.4	1.02	17	-1	
21-Jun-95		0.51	3.52	138.2	0.30	1.79	4.53	0.34	2.00	0.47	3.11	tr.	3.91	0.00	5.32	1.93	4.87	0.65	0.26	2.48	145.5	0.95	42	3	
07-Jul-95		29.75	4.27	29.4	0.05	0.61	1.10	0.22	0.27	0.04	0.58	tr.	0.22	0.00	1.45	0.25	1.29	0.14	0.05	2.73	27.7	1.06	46	-3	
18-Jul-95		0.91	3.65	70.2	0.23	1.23	5.50	0.58	2.59	0.60	3.55	tr.	4.10	0.00	12.04	2.54	11.73	0.63	0.42	1.51	136.4	0.51	20	32	
31-Jul-95		12.91	3.75	72.3	0.18	0.60	2.21	0.30	0.70	0.14	1.36	tr.	1.75	0.00	5.66	0.68	5.51	0.32	0.18	1.75	85.4	0.85	27	8	
21-Aug-95		0.15	3.70	150.3	0.20	0.56	4.30	1.68	5.00	1.25	4.55	tr.	15.32	tr.	13.87	4.98	13.73	0.78	0.66	1.17	156.4	0.96	8	2	
01-Sep-95		3.32	3.47	205.2	0.34	0.93	5.37	2.36	4.33	1.03	6.62	tr.	16.79	tr.	14.51	4.30	14.28	0.95	0.76	1.25	214.8	0.96	11	2	
18-Sep-95		3.59	3.52	168.2	0.30	0.91	3.85	0.80	2.96	0.74	4.70	tr.	9.85	0.00	10.24	2.92	10.01	0.69	0.50	1.37	167.2	1.01	15	-0	
02-Oct-95		4.69	3.63	146.9	0.24	1.61	1.99	0.51	2.07	0.59	7.54	tr.	6.49	0.00	4.37	2.01	3.97	0.54	0.41	1.31	131.0	1.12	13	-6	
16-Oct-95		0.07	3.57	182.3	0.27	3.01	3.39	1.02	5.03	1.41	7.90	tr.	12.59	tr.	12.34	4.92	11.58	0.91	0.68	1.33	183.7	0.99	14	0	
10-Nov-95		1.59	3.44	215.1	0.36	2.73	3.25	0.37	3.34	0.99	12.54	0.00	11.23	0.00	9.96	3.23	9.28	0.83	0.74	1.11	209.4	1.03	5	-1	
16-Nov-95		2.59	3.45	213.6	0.36	3.50	3.35	0.32	4.53	1.21	14.13	0.00	10.35	0.00	11.60	4.40	10.73	0.94	0.81	1.16	219.8	0.97	7	1	
21-Nov-95		1.98	3.46	195.8	0.34	2.78	3.04	0.29	3.11	0.88	13.52	0.00	8.59	0.00	7.29	3.00	6.59	0.78	0.67	1.17	196.8	0.99	8	0	

Appendix 12 1996年の樹幹流分析データ
Analytical data of stemflow, 1996

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Date	Remark	RF ml/cease	pH	ECobs μS/cm	H ⁺ mg · l ⁻¹	Na ⁺ mg · l ⁻¹	K ⁺ mg · l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg · l ⁻¹	Ca ²⁺ mg · l ⁻¹	Mg ²⁺ mg · l ⁻¹	Cl ⁻ mg · l ⁻¹	NO ₂ mg · l ⁻¹	NO ₃ ⁻ mg · l ⁻¹	PO ₄ ³⁻ mg · l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg · l ⁻¹	nss-Ca ²⁺ mg · l ⁻¹	nss-SO ₄ ²⁻ mg · l ⁻¹	Cations meq · l ⁻¹	Anions meq · l ⁻¹	Balance C/A	ECcal μS/cm	ECratio O/C	R1	R2
09-Jan-96		0.7	3.03	605.5	0.94	6.49	6.30	0.74	16.96	5.96	39.97	0.00	25.32	0.00	48.25	16.71	46.63	2.75	2.54	1.08	626.3	0.97	4	2
16-Jan-96		1.5	3.32	331.8	0.48	5.49	4.77	0.65	8.09	2.26	23.45	0.00	15.59	0.00	21.77	7.88	20.40	1.46	1.37	1.07	327.0	1.01	3	-1
14-Feb-96		0.0	3.52	295.3	0.30	7.26	9.49	6.07	15.68	3.53	32.72	tr.	18.34	0.26	36.74	15.40	34.92	2.27	1.98	1.14	377.1	0.78	7	12
29-Feb-96		1.0	3.12	500.9	0.76	5.33	5.80	0.85	11.57	3.67	27.04	tr.	21.44	0.00	38.27	11.37	36.93	2.06	1.91	1.08	485.4	1.03	4	-2
21-Mar-96		7.7	3.35	147.8	0.45	3.97	5.13	0.53	6.02	1.65	15.76	0.00	14.17	0.00	22.06	5.87	21.06	1.22	1.13	1.07	289.0	0.51	4	32
29-Mar-96		3.5	3.59	143.4	0.25	2.14	2.91	0.33	2.16	0.57	8.77	0.00	4.96	0.00	6.20	2.08	5.66	0.59	0.46	1.30	143.7	1.00	13	0
08-Apr-96		3.0	3.76	95.9	0.17	1.50	2.21	0.16	1.16	0.26	5.46	tr.	2.20	0.00	3.89	1.10	3.52	0.38	0.27	1.41	93.4	1.03	17	-1
19-Apr-96		1.6	3.31	296.4	0.48	4.15	6.00	0.49	5.14	1.51	18.02	0.00	11.68	0.00	18.31	4.98	17.27	1.22	1.08	1.13	295.1	1.00	6	-0
07-May-96		1.2	3.49	209.7	0.32	4.29	5.33	0.69	6.43	1.50	10.12	0.00	21.01	0.00	14.30	6.26	13.22	1.12	0.92	1.22	229.2	0.92	10	4
20-May-96		2.0	3.68	88.1	0.21	1.73	2.93	0.21	1.51	0.35	5.70	0.00	4.53	0.00	4.73	1.44	4.29	0.47	0.33	1.42	113.5	0.78	17	13
22-May-96		2.3	3.44	182.5	0.36	2.68	5.28	0.65	4.09	1.10	9.35	0.00	18.41	0.00	11.02	3.99	10.35	0.94	0.79	1.19	220.1	0.83	9	9
29-May-96		0.1	3.62	132.7	0.24	1.76	3.28	0.28	2.34	0.53	4.72	0.00	4.68	0.00	5.27	2.27	4.83	0.57	0.32	1.80	128.0	1.04	29	-2
14-Jun-96		4.2	3.68	117.2	0.21	1.31	2.93	0.42	2.63	0.50	3.55	tr.	7.76	0.00	4.53	2.58	4.20	0.54	0.32	1.68	117.4	1.00	25	0
19-Jun-96		1.0	3.61	146.8	0.24	1.33	3.72	0.53	2.82	0.65	5.19	tr.	8.64	0.00	7.68	2.76	7.35	0.62	0.45	1.39	141.8	1.03	16	-2
25-Jun-96		4.4	3.83	77.8	0.15	0.38	1.26	0.14	0.64	0.13	1.19	tr.	1.31	0.00	1.31	0.62	1.22	0.25	0.08	2.99	63.7	1.22	50	-10
02-Jul-96		4.3	3.85	76.6	0.14	0.45	1.82	0.14	1.08	0.23	1.59	tr.	1.86	0.00	2.62	1.07	2.51	0.29	0.13	2.21	67.7	1.13	38	-6
12-Jul-96		7.4	3.72	77.9	0.19	0.87	1.63	0.12	1.00	0.23	2.45	tr.	2.98	0.00	4.88	0.97	4.66	0.35	0.22	1.58	93.0	0.84	23	9
26-Jul-96		0.6	3.52	152.9	0.30	1.20	3.76	0.46	3.75	0.83	5.66	tr.	8.70	0.00	9.48	3.70	9.18	0.73	0.50	1.46	168.6	0.91	19	5
12-Aug-96		0.0	3.56	222.0	0.14	1.91	8.22	2.99	10.47	1.66	9.34	tr.	30.40	0.00	20.38	10.39	19.91	1.26	1.18	1.07	207.9	1.07	3	-3
19-Aug-96		3.2	3.51	87.4	0.31	1.21	4.45	1.04	3.61	0.80	7.52	0.00	13.27	0.00	8.41	3.56	8.10	0.77	0.60	1.29	181.0	0.48	13	35
29-Aug-96		15.6	3.70	94.9	0.20	0.81	2.42	0.36	1.39	0.34	2.95	0.00	6.40	0.00	4.89	1.36	4.69	0.41	0.29	1.43	104.7	0.91	18	5
17-Sep-96		10.0	3.75	92.2	0.18	0.66	1.96	0.14	1.15	0.27	2.17	0.00	3.32	0.00	4.88	1.12	4.72	0.34	0.22	1.58	88.5	1.04	22	-2
04-Oct-96		4.9	3.62	123.1	0.24	0.85	1.70	0.25	1.87	0.41	5.40	0.00	2.78	0.00	4.60	1.83	4.39	0.46	0.29	1.57	119.3	1.03	22	-2
17-Oct-96		5.5	3.76	101.0	0.18	0.56	1.10	0.08	0.97	0.22	3.89	tr.	0.31	0.00	3.66	0.95	3.52	0.30	0.19	1.56	83.3	1.21	22	-10
15-Nov-96		6.6	3.42	167.4	0.38	1.68	2.27	0.22	3.02	0.83	12.03	0.00	6.26	0.00	8.09	2.96	7.67	0.74	0.61	1.21	199.7	0.84	10	9
02-Dec-96		0.0	3.98	174.7	0.11	3.27	3.55	2.63	5.94	1.73	18.36	tr.	2.43	0.16	13.59	5.82	12.77	0.92	0.84	1.10	151.2	1.16	5	-7
16-Dec-96		7.5	3.41	217.4	0.39	2.74	3.73	0.23	5.31	1.20	16.37	tr.	4.48	0.00	14.97	5.21	14.28	0.98	0.85	1.16	236.5	0.92	7	4

Appendix 13 1997年の樹幹流分析データ
 Analytical data of stemflow, 1997

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Date	Remark	RF ml/case	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₂ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	PO ₄ ³⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Balance C/A	ECcal $\mu\text{S}/\text{cm}$	ECratio O/C	R1	R2
14-Jan-97		1.6	3.65	142.9	0.22	2.65	2.75	0.23	3.44	0.85	8.41	tr.	4.50	0.00	11.96	3.34	11.29	0.66	0.56	1.19	147.0	0.97	9	1
28-Jan-97		0.5	3.25	346.0	0.57	4.04	4.64	0.26	7.80	2.12	20.00	tr.	8.50	0.00	28.32	7.65	27.31	1.44	1.29	1.11	348.4	0.98	5	0
20-Feb-97		1.6	3.25	313.6	0.56	3.79	4.19	0.31	5.46	1.65	17.33	tr.	10.85	0.00	21.16	5.32	20.21	1.25	1.10	1.13	320.3	0.98	6	1
17-Mar-97		1.9	3.13	389.8	0.74	7.37	6.46	0.40	11.05	2.85	24.60	tr.	23.55	0.00	30.63	10.77	28.78	2.03	1.71	1.18	462.8	0.84	8	9
28-Mar-97		1.8	3.43	201.5	0.37	3.73	3.20	0.94	3.74	0.83	11.01	tr.	7.96	0.00	11.34	3.60	10.40	0.92	0.68	1.37	214.3	0.94	15	3
31-Mar-97		1.8	3.46	182.5	0.34	3.10	3.41	0.22	3.18	0.73	10.78	tr.	9.19	0.00	10.32	3.07	9.54	0.79	0.67	1.19	197.0	0.93	9	4
01-May-97		8.8	3.39	143.2	0.41	2.10	2.18	0.28	1.80	0.42	9.41	tr.	0.57	0.00	5.81	1.72	5.29	0.69	0.40	1.75	189.0	0.76	27	14
15-May-97		0.8	3.46	267.6	0.35	3.65	6.72	0.76	9.70	2.02	15.68	tr.	15.21	0.00	20.31	9.56	19.40	1.37	1.11	1.23	266.9	1.00	10	0
29-May-97		7.6	3.66	137.0	0.22	2.05	3.92	0.39	3.16	0.59	5.90	tr.	7.39	0.00	9.34	3.08	8.83	0.63	0.48	1.32	138.1	0.99	14	0
29-May-97		0.8	4.01	59.4	0.10	0.81	1.89	0.15	1.22	0.22	1.84	tr.	2.55	0.00	4.06	1.19	3.85	0.27	0.18	1.51	58.4	1.02	20	-1
16-Jun-97		0.7	3.35	241.4	0.45	2.36	4.33	0.35	4.37	1.00	7.98	tr.	10.10	0.00	17.93	4.28	17.34	0.98	0.76	1.29	246.6	0.98	13	1
30-Jun-97		6.8	3.64	124.6	0.23	1.96	2.57	0.22	2.40	0.53	4.57	tr.	6.64	0.00	6.75	2.32	6.26	0.55	0.38	1.47	128.2	0.97	19	1
14-Jul-97		19.6	4.43	24.3	0.04	0.40	0.69	0.51	0.30	0.04	0.50	tr.	0.19	tr.	1.15	0.29	1.05	0.12	0.04	2.90	21.6	1.13	49	-6
08-Aug-97		22.5	3.73	31.3	0.18	0.66	1.80	0.28	0.98	0.18	2.69	tr.	2.55	0.00	3.65	0.95	3.48	0.34	0.19	1.74	88.5	0.35	27	48
01-Oct-97		14.2	3.69	115.6	0.20	0.87	2.28	0.37	1.40	0.28	3.69	tr.	5.85	0.00	3.70	1.36	3.49	0.41	0.28	1.49	104.1	1.11	20	-5
14-Oct-97		0.1	3.34	227.2	0.46	1.92	3.13	0.51	4.46	0.98	13.53	tr.	2.83	0.00	9.76	4.39	9.28	0.95	0.63	1.51	238.2	0.95	20	2
18-Nov-97		2.9	3.31	251.4	0.49	2.90	4.21	0.33	7.72	1.92	25.64	tr.	18.44	0.00	13.83	7.61	13.10	1.28	1.31	0.98	314.7	0.80	-1	11
27-Nov-97		3.0	3.18	352.1	0.65	1.68	2.87	0.21	2.79	0.62	16.28	tr.	4.33	0.00	4.23	2.73	3.81	1.00	0.62	1.62	295.2	1.19	24	-9
11-Dec-97		4.0	3.74	90.5	0.18	0.95	1.72	0.10	0.87	0.20	6.93	tr.	0.00	0.00	2.10	0.83	1.86	0.33	0.24	1.35	90.9	1.00	15	0
25-Dec-97		1.5	3.43	181.3	0.37	1.55	2.68	0.16	2.35	0.58	12.06	tr.	3.59	0.00	7.36	2.30	6.97	0.68	0.55	1.23	190.2	0.95	10	2

Appendix 14 1998年の樹幹流分析データ
Analytical data of stemflow, 1998

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Date	Remark	RF ml/case	pH	ECobs μS・cm ⁻¹	H ⁺ mg・l ⁻¹	Na ⁺ mg・l ⁻¹	K ⁺ mg・l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg・l ⁻¹	Ca ²⁺ mg・l ⁻¹	Mg ²⁺ mg・l ⁻¹	Cl ⁻ mg・l ⁻¹	NO ₂ mg・l ⁻¹	NO ₃ mg・l ⁻¹	PO ₄ mg・l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg・l ⁻¹	nss-Ca ²⁺ mg・l ⁻¹	nss-SO ₄ ²⁻ mg・l ⁻¹	Cations meq・l ⁻¹	Anions meq・l ⁻¹	Balance C/A	ECcal μS/cm	ECratio O/C	R1	R2
14-Jan-98		5.9	3.56	131.8	0.28	1.21	2.55	0.15	1.45	0.35	9.47	0.00	1.31	0.00	5.69	1.41	5.38	0.50	0.41	1.23	141.2	0.93	10	3
28-Jan-98		5.1	3.99	43.3	0.10	0.50	1.25	0.09	0.38	0.07	2.80	tr.	0.04	0.00	2.02	0.37	1.89	0.18	0.12	1.52	49.9	0.87	21	7
18-Feb-98		1.1	3.14	387.9	0.72	2.90	10.54	0.20	6.95	1.09	23.80	tr.	15.94	0.00	26.53	6.84	25.80	1.62	1.48	1.10	419.3	0.93	5	4
27-Feb-98		4.3	3.42	206.3	0.38	1.96	4.38	0.16	2.66	0.62	14.54	tr.	6.12	0.00	9.38	2.59	8.88	0.76	0.70	1.08	208.4	0.99	4	1
10-Mar-98		2.3	3.67	107.3	0.21	1.48	3.09	0.17	1.20	0.26	7.66	tr.	0.86	0.00	5.48	1.14	5.11	0.45	0.34	1.30	115.5	0.93	13	4
13-Mar-98		2.2	3.53	49.8	0.30	2.10	3.40	0.13	1.73	0.40	13.48	tr.	3.25	0.00	5.69	1.65	5.16	0.60	0.55	1.09	163.1	0.31	4	53
07-Apr-98		8.8	3.46	139.0	0.35	2.28	3.36	0.14	1.67	0.37	8.31	tr.	5.00	0.00	8.40	1.58	7.83	0.65	0.49	1.33	176.2	0.79	14	12
21-Apr-98		8.4	3.55	74.0	0.28	1.08	1.71	0.06	0.60	0.11	3.47	tr.	0.77	0.00	2.65	0.56	2.38	0.41	0.17	2.48	117.7	0.63	43	23
28-Apr-98		0.7	3.53	140.0	0.29	1.65	3.01	0.31	1.33	0.27	5.82	tr.	3.49	0.00	6.24	1.26	5.83	0.54	0.35	1.55	144.2	0.97	22	1
13-May-98		5.0	3.88	70.4	0.13	1.00	2.15	0.18	0.96	0.17	2.85	tr.	2.25	0.00	3.27	0.92	3.02	0.30	0.18	1.63	70.4	1.00	24	-0
26-May-98		5.3	4.23	30.1	0.06	0.64	1.21	0.12	0.32	0.08	0.91	tr.	0.83	0.00	1.24	0.30	1.07	0.15	0.06	2.26	30.7	0.98	39	1
16-Jun-98		10.8	3.95	60.7	0.11	1.67	1.71	0.23	0.70	0.24	3.20	tr.	0.96	0.00	2.20	0.64	1.79	0.30	0.15	1.95	61.8	0.98	32	1
30-Jun-98		13.9	2.99	21.6	0.04	0.41	0.83	0.13	0.26	0.05	0.53	tr.	0.31	0.00	1.03	0.25	0.93	0.10	0.04	2.47	20.6	1.05	42	-2
14-Jul-98		2.4	3.84	76.7	0.14	0.89	2.20	0.29	1.48	0.20	2.63	tr.	2.32	0.00	3.77	1.45	3.55	0.34	0.19	1.81	77.0	1.00	29	0
28-Jul-98		2.0	3.74	80.0	0.18	0.79	2.31	0.29	1.40	0.18	2.47	tr.	1.22	0.00	2.85	1.37	2.65	0.37	0.15	2.51	86.3	0.93	43	4
11-Aug-98		2.2	3.61	106.1	0.24	0.72	3.42	0.25	1.92	0.24	2.95	tr.	3.37	0.00	5.63	1.90	5.45	0.49	0.25	1.92	119.8	0.89	32	6
27-Aug-98		0.1	3.51	206.0	0.31	1.16	4.84	2.06	4.47	0.83	5.72	tr.	21.41	tr.	5.21	4.43	4.92	0.88	0.62	1.44	189.0	1.09	18	-4
14-Sep-98		1.0	3.55	125.0	0.28	0.74	4.78	0.35	2.87	0.47	3.94	tr.	11.45	0.00	0.03	2.84	-0.15	0.64	0.30	2.15	142.6	0.88	36	7
30-Sep-98		15.7	3.99	41.5	0.10	0.23	0.73	0.07	0.37	0.04	0.62	tr.	0.03	0.00	0.79	0.36	0.74	0.15	0.03	4.46	41.4	1.00	63	-0
14-Oct-98		3.1	3.88	40.3	0.13	0.36	0.70	0.12	0.52	0.08	1.68	tr.	0.18	0.00	1.76	0.50	1.67	0.20	0.09	2.34	56.6	0.71	40	17
28-Oct-98		19.7	3.66	39.7	0.22	0.37	0.47	0.04	0.60	0.08	1.54	tr.	0.06	0.00	1.24	0.59	1.14	0.29	0.07	4.07	85.9	0.46	61	37
18-Dec-98		3.0	3.43	105.0	0.37	2.39	2.97	0.23	3.82	0.93	14.76	0.00	10.17	0.00	9.96	3.73	9.36	0.83	0.79	1.05	215.7	0.49	2	35

Appendix 15 1999年の樹幹流分析データ
Analytical data of stemflow, 1999

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Date	Remark	RF ml/case	pH	ECobs μS・cm ⁻¹	H ⁺ mg・l ⁻¹	Na ⁺ mg・l ⁻¹	K ⁺ mg・l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg・l ⁻¹	Ca ²⁺ mg・l ⁻¹	Mg ²⁺ mg・l ⁻¹	Cl ⁻ mg・l ⁻¹	NO ₂ mg・l ⁻¹	NO ₃ mg・l ⁻¹	PO ₄ mg・l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg・l ⁻¹	nss-Ca ²⁺ mg・l ⁻¹	nss-SO ₄ ²⁻ mg・l ⁻¹	Cations meq・l ⁻¹	Anions meq・l ⁻¹	Balance C/A	ECcal μS/cm	ECratio O/C	R1	R2
02-Feb-99		2.0	3.17	331.4	0.68	4.86	4.50	0.66	7.09	1.97	23.82	0.00	17.84	0.00	19.45	6.91	18.23	1.56	1.36	1.14	392.5	0.84	7	8
12-Feb-99		2.1	3.22	317.9	0.60	4.91	4.99	0.86	7.30	1.89	23.15	0.00	18.32	0.00	20.18	7.11	18.95	1.51	1.37	1.10	367.3	0.87	5	7
04-Mar-99		1.8	3.22	326.1	0.60	4.68	5.01	0.83	5.63	1.55	16.05	0.00	20.40	0.00	21.99	5.45	20.82	1.38	1.24	1.11	349.0	0.93	5	3
17-Mar-99		3.0	3.66	133.5	0.22	2.07	3.49	0.50	2.94	0.62	6.92	0.00	7.84	0.00	8.00	2.87	7.48	0.62	0.49	1.27	137.5	0.97	12	1
22-Apr-99		5.6	3.48	186.9	0.33	3.29	3.47	0.22	2.88	0.73	12.66	0.00	9.01	0.00	6.74	2.76	5.91	0.78	0.64	1.21	189.8	0.99	9	1
31-May-99		11.0	3.99	64.7	0.10	1.27	1.62	0.14	2.64	0.36	3.19	0.00	4.89	0.00	2.16	2.59	1.84	0.37	0.21	1.72	67.4	0.96	26	2
01-Jul-99		32.6	4.26	29.4	0.06	0.46	0.67	0.10	2.84	0.06	0.74	0.00	1.00	0.00	0.80	2.82	0.68	0.24	0.05	4.57	34.6	0.85	64	8
30-Jul-99		3.3	3.69	106.9	0.20	0.93	2.22	0.22	2.05	0.33	3.17	0.00	6.13	0.00	3.70	2.01	3.46	0.44	0.27	1.67	105.5	1.01	25	-1
14-Sep-99		12.8	3.64	119.9	0.23	0.94	3.20	0.43	1.51	0.35	4.88	0.00	4.87	0.00	6.05	1.48	5.81	0.48	0.34	1.40	122.2	0.98	17	1
03-Sep-99		6.7	3.70	97.2	0.20	0.59	1.77	0.16	1.21	0.27	2.16	0.00	5.07	0.00	4.64	1.19	4.49	0.36	0.24	1.51	98.2	0.99	20	0
01-Oct-99		6.9	3.98	55.6	0.11	0.43	1.03	0.13	0.81	0.16	1.44	0.00	1.43	0.00	2.47	0.80	2.37	0.21	0.12	1.83	52.0	1.07	29	-3
12-Oct-99		5.3	3.72	102.9	0.19	0.75	1.41	0.18	1.55	0.36	3.54	0.00	5.95	0.00	3.96	1.53	3.77	0.37	0.28	1.34	97.7	1.05	14	-3
02-Nov-99		2.5	3.49	181.7	0.32	1.53	2.12	0.26	2.52	0.68	11.23	0.00	5.63	0.00	4.92	2.46	4.54	0.64	0.51	1.25	169.9	1.07	11	-3
01-Dec-99		1.7	3.35	111.3	0.45	2.88	2.70	0.27	3.84	1.50	21.99	0.00	10.68	0.00	7.71	3.73	6.99	0.97	0.95	1.02	258.8	0.43	1	40

Appendix 16 林外雨の年平均成分濃度 a
Annual average concentration of constituents of raina

Year	Observation Periods from to	Precipitation	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$
1992	17-Jun-92 to 25-Dec-92	802.6	--	7.0	--	0.34	0.80	--	0.14	0.07	1.51	--	1.89	0.12	1.80	0.05	0.08
1993	25-Dec-92 to 10-Nov-93	1247.1	--	11.5	--	0.21	0.35	--	0.09	0.04	0.67	--	1.12	0.08	1.07	0.03	5.86
1994	15-Jun-94 to 12-Dec-94	520.4	--	13.1	--	0.83	0.19	0.15	0.36	0.11	0.78	--	1.36	0.33	1.15	0.08	0.07
1995	12-Dec-94 to 21-Nov-95	1529.7	4.73	14.8	0.02	0.68	0.17	0.10	0.34	0.08	0.99	0.63	1.31	0.32	1.14	0.08	0.07
1996	21-Nov-95 to 16-Dec-96	1661.3	4.60	17.5	0.03	0.55	0.12	0.14	0.35	0.08	0.97	0.74	1.64	0.33	1.50	0.08	0.07
1997	16-Dec-96 to 25-Dec-97	1582.6	4.75	12.8	0.02	0.54	0.12	0.13	0.33	0.07	0.82	0.56	1.16	0.31	1.02	0.07	0.06
1998	25-Dec-97 to 18-Dec-98	1995.0	4.97	9.0	0.01	0.44	0.16	0.12	0.25	0.05	0.56	0.39	1.10	0.23	0.99	0.06	0.04
1999	18-Dec-98 to 01-Dec-99	1639.8	4.90	12.0	0.01	0.31	0.13	0.33	0.28	0.06	0.59	0.98	1.13	0.27	1.05	0.07	0.06

a: volume weighted average

Appendix 17 林内雨の年平均成分濃度 a
Annual average concentration of constituents of throughfalla

Year	Observation Periods from to	Precipitation	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$
1992	17-Jun-92 to 25-Dec-92	542.7	5.30	21.9	0.01	1.05	4.55	--	1.14	0.54	3.15	2.25	3.32	1.10	3.06	0.27	0.19
1993	25-Dec-92 to 10-Nov-93	756.9	5.16	22.5	0.01	0.43	1.45	--	0.70	0.27	1.80	1.21	2.26	0.68	2.15	0.12	0.09
1994	15-Jun-94 to 12-Dec-94	332.6	5.08	48.0	0.01	1.80	2.93	0.65	2.93	0.65	3.45	3.98	2.71	2.86	2.26	0.40	0.22
1995	12-Dec-94 to 21-Nov-95	1146.8	5.15	31.8	0.01	0.93	2.38	0.55	1.53	0.41	2.76	2.68	3.31	1.49	3.08	0.25	0.19
1996	21-Nov-95 to 16-Dec-96	1338.7	4.72	40.5	0.02	1.25	2.34	0.34	1.77	0.45	3.79	3.63	3.72	1.73	3.41	0.28	0.24
1997	16-Dec-96 to 25-Dec-97	1202.1	5.21	24.8	0.01	0.69	1.49	0.46	1.23	0.31	2.08	2.28	2.18	1.20	2.01	0.19	0.14
1998	25-Dec-97 to 18-Dec-98	1449.3	5.39	19.7	0.00	0.54	1.10	0.23	1.08	0.25	1.51	1.40	1.71	1.06	1.58	0.14	0.10
1999	18-Dec-98 to 01-Dec-99	1318.2	4.93	18.3	0.01	0.73	0.88	0.19	1.16	0.25	1.76	2.41	1.73	1.13	1.54	0.15	0.12

a: volume weighted average

Appendix 18 樹幹流の年平均成分濃度 a
Annual average concentration of constituents of stemflowa

Year	Observation Periods from to	Precipitation	pH	ECobs $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	H ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Na ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	K ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NH ₄ ⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Mg ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cl ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	NO ₃ ⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-Ca ²⁺ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	nss-SO ₄ ²⁻ $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	Cations $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$	Anions $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$
1992	17-Jun-92 to 25-Dec-92	32.5	3.74	116.2	0.18	1.18	4.50	--	2.71	0.82	3.06	1.16	4.59	2.67	4.44	0.55	0.20
1993	25-Dec-92 to 10-Nov-93	48.8	3.89	76.6	0.13	0.65	2.50	--	1.47	0.38	3.90	1.81	8.80	1.44	8.64	0.32	0.17
1994	15-Jun-94 to 12-Dec-94	5.9	3.61	151.3	0.25	2.39	3.21	1.11	3.14	0.66	4.55	9.45	7.70	3.05	7.10	0.70	0.44
1995	12-Dec-94 to 21-Nov-95	73.3	3.78	91.5	0.17	1.09	2.38	0.40	1.51	0.35	3.76	3.71	5.42	1.47	5.15	0.40	0.28
1996	21-Nov-95 to 16-Dec-96	99.8	3.57	132.6	0.27	1.62	2.81	0.32	2.72	0.69	7.29	6.41	8.37	2.66	7.96	0.62	0.48
1997	16-Dec-96 to 25-Dec-97	102.6	3.63	109.3	0.24	1.43	2.27	0.35	2.01	0.44	5.95	4.39	5.81	1.95	5.45	0.51	0.36
1998	25-Dec-97 to 18-Dec-98	122.9	3.73	70.5	0.19	0.95	1.74	0.13	0.97	0.20	3.94	1.67	3.25	0.93	3.01	0.34	0.21
1999	18-Dec-98 to 01-Dec-99	97.2	3.75	94.1	0.18	1.20	1.88	0.23	2.54	0.38	4.71	4.74	4.28	2.50	3.98	0.45	0.30

a: volume weighted average

Appendix 19 林外雨からの成分負荷量
Annual loads of constituents from rain

Year	Observation Periods from to	Precipitation g · m ⁻²	H ⁺ g · m ⁻²	Na ⁺ g · m ⁻²	K ⁺ g · m ⁻²	NH ₄ ⁺ g · m ⁻²	Ca ²⁺ g · m ⁻²	Mg ²⁺ g · m ⁻²	Cl ⁻ g · m ⁻²	NO ₃ ⁻ g · m ⁻²	SO ₄ ²⁻ g · m ⁻²	nss-Ca ²⁺ g · m ⁻²	nss-SO ₄ ²⁻ g · m ⁻²	Cations eq · m ⁻²	Anions eq · m ⁻²
1992	17-Jun-92 to 25-Dec-92	802.6	---	0.273	0.646	---	0.113	0.058	1.213	---	1.517	0.093	1.442	---	---
1993	25-Dec-92 to 10-Nov-93	1247.1	---	0.257	0.442	---	0.112	0.047	0.836	---	1.394	0.103	1.329	---	---
1994	15-Jun-94 to 12-Dec-94	520.4	---	0.433	0.097	0.081	0.188	0.056	0.404	---	0.705	0.171	0.597	---	---
1995	12-Dec-94 to 21-Nov-95	1529.7	0.022	0.754	0.198	0.105	0.432	0.092	1.056	0.693	1.494	0.404	1.305	0.095	0.072
1996	21-Nov-95 to 16-Dec-96	1661.3	0.042	0.918	0.200	0.226	0.580	0.131	1.605	1.232	2.719	0.546	2.489	0.139	0.124
1997	16-Dec-96 to 25-Dec-97	1582.6	0.028	0.858	0.183	0.206	0.519	0.115	1.292	0.878	1.833	0.486	1.618	0.117	0.089
1998	25-Dec-97 to 18-Dec-98	1995.0	0.022	0.885	0.317	0.239	0.495	0.109	1.117	0.772	2.187	0.462	1.965	0.115	0.090
1999	18-Dec-98 to 01-Dec-99	1639.8	0.021	0.514	0.209	0.548	0.460	0.091	0.965	1.615	1.854	0.441	1.724	0.109	0.099

Appendix 20 林内雨からの成分負荷量
Annual loads of constituents from throughfall

Year	Observation Periods from to	Precipitation g · m ⁻²	H ⁺ g · m ⁻²	Na ⁺ g · m ⁻²	K ⁺ g · m ⁻²	NH ₄ ⁺ g · m ⁻²	Ca ²⁺ g · m ⁻²	Mg ²⁺ g · m ⁻²	Cl ⁻ g · m ⁻²	NO ₃ ⁻ g · m ⁻²	SO ₄ ²⁻ g · m ⁻²	nss-Ca ²⁺ g · m ⁻²	nss-SO ₄ ²⁻ g · m ⁻²	Cations eq · m ⁻²	Anions eq · m ⁻²
1992	17-Jun-92 to 25-Dec-92	542.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1993	25-Dec-92 to 10-Nov-93	756.9	0.005	0.325	1.097	---	0.526	0.202	1.361	0.916	1.711	0.514	1.629	0.090	0.066
1994	15-Jun-94 to 12-Dec-94	332.6	0.003	0.600	0.975	0.217	0.975	0.217	1.148	1.325	0.901	0.952	0.751	0.133	0.073
1995	12-Dec-94 to 21-Nov-95	1146.8	0.008	1.062	2.727	0.635	1.754	0.476	3.163	3.075	3.802	1.714	3.535	0.286	0.218
1996	21-Nov-95 to 16-Dec-96	1338.7	0.025	1.676	3.138	0.449	2.376	0.601	5.076	4.863	4.982	2.312	4.561	0.371	0.325
1997	16-Dec-96 to 25-Dec-97	1202.1	0.007	0.825	1.788	0.548	1.476	0.376	2.503	2.743	2.624	1.445	2.417	0.224	0.170
1998	25-Dec-97 to 18-Dec-98	1449.3	0.006	0.785	1.589	0.335	1.570	0.365	2.188	2.036	2.483	1.540	2.286	0.208	0.146
1999	18-Dec-98 to 01-Dec-99	1318.2	0.015	0.956	1.163	0.247	1.523	0.335	2.320	3.179	2.276	1.487	2.036	0.204	0.164

Appendix 21 樹幹流からの成分負荷量
Annual loads of constituents from stemflow

Year	Observation Periods from to	Precipitation g · m ⁻²	H ⁺ g · m ⁻²	Na ⁺ g · m ⁻²	K ⁺ g · m ⁻²	NH ₄ ⁺ g · m ⁻²	Ca ²⁺ g · m ⁻²	Mg ²⁺ g · m ⁻²	Cl ⁻ g · m ⁻²	NO ₃ ⁻ g · m ⁻²	SO ₄ ²⁻ g · m ⁻²	nss-Ca ²⁺ g · m ⁻²	nss-SO ₄ ²⁻ g · m ⁻²	Cations eq · m ⁻²	Anions eq · m ⁻²
1992	17-Jun-92 to 25-Dec-92	32.5	0.006	0.038	0.146	---	0.088	0.027	0.099	0.038	0.149	0.087	0.144	0.018	0.007
1993	25-Dec-92 to 10-Nov-93	48.8	0.006	0.032	0.122	---	0.072	0.019	0.190	0.089	0.429	0.071	0.421	0.016	0.008
1994	15-Jun-94 to 12-Dec-94	5.9	0.001	0.014	0.019	0.007	0.019	0.004	0.027	0.056	0.045	0.018	0.042	0.004	0.003
1995	12-Dec-94 to 21-Nov-95	73.3	0.012	0.080	0.174	0.030	0.111	0.026	0.275	0.272	0.397	0.108	0.377	0.029	0.020
1996	21-Nov-95 to 16-Dec-96	99.8	0.027	0.162	0.281	0.032	0.271	0.069	0.728	0.640	0.835	0.265	0.795	0.062	0.048
1997	16-Dec-96 to 25-Dec-97	102.6	0.024	0.146	0.233	0.035	0.206	0.046	0.610	0.450	0.596	0.200	0.559	0.052	0.037
1998	25-Dec-97 to 18-Dec-98	122.9	0.023	0.117	0.214	0.016	0.119	0.025	0.484	0.205	0.400	0.115	0.370	0.042	0.025
1999	18-Dec-98 to 01-Dec-99	97.2	0.017	0.117	0.183	0.022	0.247	0.037	0.458	0.461	0.416	0.243	0.387	0.044	0.029