

フィールドサイエンス

Journal of Field Science

No.6 2007



東京農工大学農学部附属広域都市圏
フィールドサイエンス教育研究センター

平成19年 3月

フィールドサイエンス 第6号

目次

原 著

- 1 TDR センサーを用いた土壌水分量変化の計測—本学 FS センタートマト畑の土壌水分量変化—/
長澤和彰・加藤 誠・西村 拓・松村昭治・小澤博幸・高橋和代

研究資料

- 7 FM 草木とFM 府中苗圃の昆虫相／村田健輔・小林哲也・宮井遼平・谷脇 徹・桑原 誠・
岸 洋一
- 41 東京農工大学森林系 FM における社会貢献活動（1997～2006）／熊倉 充・木下浩幸・金子 稔・
桑原 誠・岸 洋一
- 49 多人数による pH の測定とその解釈：フィールドサイエンス実験実習のための教材化／原 宏・
手塚良子・佐藤敬一
- 63 FM 多摩丘陵（多摩試験地）の気象観測 5 年報—1999年～2003年—／富沢 實・手塚良子・土器屋
由紀子・原 宏
- 75 フィールドミュージアム草木の長期生態学研究 固定調査地における毎木調査資料／渡辺直明・
桑原 誠・金子 稔・星野茂雄・桑原 繁・金子喜一郎

原 著

TDR センサーを用いた土壌水分量変化の計測
—本学 FS センタートマト畑の土壌水分量変化—長澤 和彰^{*1}・加藤 誠^{*1}・西村 拓^{*2}・松村 昭治^{*3}・小澤 博幸^{*3}・高橋 和代^{*3}Measuring the Variation of Soil Moisture Content by TDR Sensor.
—Soil moisture content in TUAT FS Center tomato field—Kazuaki NAGASAWA^{*1}, Makoto KATO^{*1}, Taku NISHIMURA^{*2}
Shoji MATSUMURA^{*3}, Hiroyuki OZAWA^{*3} and Kazuyo TAKAHASHI^{*3}

TDR sensors were installed in tomato field with mulching and vinyl tunnel in TUAT FS Center to study the variation in soil moisture content. The TDR readings were calibrated by establishing a graphical relationship between the independently determined soil moisture content and TDR sensors reading. The Calibrated TDR soil moisture readings were used to study the moisture contents in each layer. The results show that soil moisture content in the surface layer is higher when vinyl tunnel is set up than its values when the ground surface is exposed to the atmosphere. However, soil moisture content of deeper soil layers are not affected by the presence of vinyl tunnel.

マルチングやビニールトンネルが施してある畑土壌内の水分量変化を知るために、東京農工大学農学部 FS センター内のトマト畑に TDR センサーを埋設した。またトマト畑の土壌水分量の経時変化と TDR センサーの出力電圧とのキャリブレーションカーブの作成を行った。その結果、ビニールトンネルが設置してある期間は表層付近の水分量が高く維持され、それを取り除くと水分量が大きく減少することが確認された。一方下位層の水分量は、ビニールトンネルの有無に関わらず、栽培期間を通して高く維持されることが明らかとなった。

キーワード：キャリブレーション、トマト、ビニールトンネル、マルチング、ECH₂O-TDR

1. はじめに

現在我が国のトマト露地栽培では、春先に定植し、地温を高めて活着を早め、生育を促進するとともに、雑草を抑制する目的で、ビニールトンネルやマルチングが多く用いられている。しかし、ビニールトンネルやマルチングによる地表面からの土壌面蒸発の抑制などの土壌水分の変動緩和機能の作用により、トマトの生育にとって土壌中の水分量が常に

最適に保たれるというわけではなく、過湿状態あるいは乾燥状態となる場合がある。そのため、マルチ栽培下の土壌水分量の変動を明らかにすることは、トマトの生理面や節水面から見ても、補助灌漑の計画を立てる際に有用となる。また、補助灌漑を露地栽培の圃場に適用する際には、トマトの生理学的な特性と合わせて、露地栽培下の土壌中の季節的な土壌水分量の動態を明らかにしておく必要があり、そのためには TDR などの土壌水分センサーを用い

*1 東京農工大学大学院農学府農業環境工学専攻 〒183-8509東京都府中市幸町3-5-8 : Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Saiwaicho, Fuchu-Shi, Tokyo 183-8509, Japan

*2 東京大学大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻 〒113-8657東京都文京区弥生1-1-1 : Graduate School of Agricultural and life Sciences, The University of Tokyo, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

*3 東京農工大学農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター 〒183-8509東京都府中市幸町3-5-8 : Field Science Center, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Saiwaicho, Fuchu-shi, Tokyo 183-8509, Japan

て、マルチ栽培下の土壌水分量を連続的に測定する必要がある。

TDR法は、我が国ではどちらかといえば室内実験において多用されてきたが（堀野・丸山，1993；筑紫，1996；清沢，1998），最近では圃場での適用例も報告されてきている。例えば，長谷川（2000）は，圃場における黒ボク土壌の水分量変化をTDR法によって2年間にわたって経時的に測定している。また登尾ら（2002）は家畜ふん尿を散布している牧草地の土壌中における硝酸体窒素の移動をTDR法により測定している。そこで本報告ではこれらの適用例にならって，マルチ栽培トマト畑土壌の水分量変化をTDR法を用いて経時的に測定することにより，その実態を把握することを目的とした。

2. 試料および方法

2.1 調査地概要

研究は，東京農工大学農学部キャンパス内のFS



Fig. 1. Tomato field of TUAT Field Science Center

センターのトマト畑で行った。トマトの栽培品種は，桃太郎 T 93（タキイ種苗（株））である。播種日は2月16日，鉢上げ日は3月24日，そして4月20日に圃場の畝（ポリマルチ幅90 cm，長さ10 m）×17本に定植した。栽植密度は2.3株/m²とし，株間45 cmの2条植え，条間は45 cmである。定植後から2日間は灌水を行い，その後は全て降雨のみで灌漑は行わなかった。なお，定植後はすぐに穴あきのビニールトンネルをかけ，5月10日にビニールトンネルをはずした。ビニールトンネルにはコーラック（ミカド加工（株））を使用した。幅180 cmで，直径4 cmの穴が30 cm間隔で3列あり，穴と穴の間隔は12 cmであった。トマト畑の様子をFig. 1に示す。

また，TDRによる土壌水分測定は，トマトの苗を定植した4月20日から，収穫が完全に終わる7月31日までのおよそ3ヶ月間行った。

2.2 土壌特性

測定を行った圃場は，地表面から約40 cmの深さまでが均質な作土層（関東ローム）となっており，その下位層が粘質土層という層位構造になっている。本研究では土壌の物理的性質を測定するために，高さ10 cm，内径15 cmの円筒管を用いて，深さ0～10 cm，20～30 cm，40～50 cmの土壌のサンプリングを行った。それらが各深さの土性（それぞれ0～10 cm，10～40 cm，40～50 cmの深さの土性）を代表する値であると仮定し，それぞれの土層の粒径分布と平均土粒子密度をそれぞれJIS A 1204，JIS A 1202の手法により求めた。実験により得られた値をTable 1に示す。また飽和透水係数，乾燥密度，飽和体積含水率などその他の土壌の物理特性をTable 2に示す。さらに加圧板法により得

Table 1. Particle-size distribution and average particle density of soil samples.

Soil samples	Clay (0-5 μm, %)	Silt (5-75 μm, %)	Sand (75-850 μm, %)	Average particle density (g·cm ⁻³)
0-10 cm (I)	15	61	24	2.58
10-40 cm (II, III, IV)	19	57	24	2.58
40-50 cm (V)	22	53	23	2.61

Table 2. The physical properties of soil samples.

Soil samples	Saturated hydraulic Conductivity (cm·s ⁻¹ , 15°C)	Dry bulk density (g·cm ⁻³)	Saturated volumetric water content (cm ³ ·cm ⁻³)
0-10 cm (I)	0.022	0.6	0.65
10-40 cm (II, III, IV)	0.032	0.62	0.63
40-50 cm (V)	0.0082	0.58	0.64

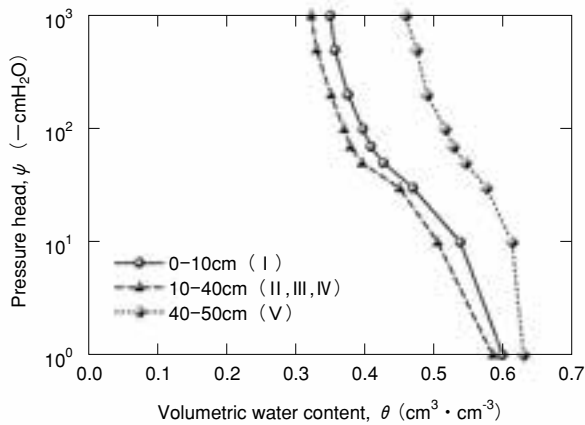


Fig. 2. Soil water retention curve.

られた水分特性曲線を Fig. 2 に示す。本論文ではこれ以降、0～10 cm の深さの層を第 I 層、10～20 cm を第 II 層、20～30 cm を第 III 層、30～40 cm を第 IV 層、40～50 cm を第 V 層と呼ぶ。

2.3 ECH₂O-TDR センサー

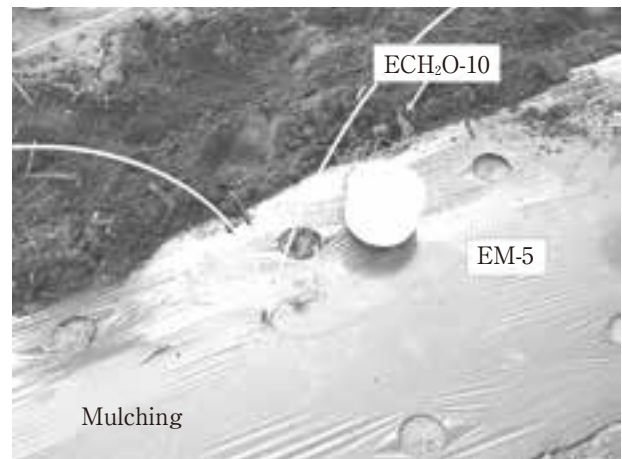
トマト畑の土層の深度別の体積含水率の経時変化を求めるために、TDR センサー 5 本を 5～45 cm の深さに 10 cm 間隔で水平方向に埋設し、データロガーを用いて 1 時間毎に各センサーからの出力電圧 (mV) を計測し、その出力電圧の計測値を校正曲線より換算して、体積含水率を求めた。今回使用した TDR センサーは、ECH₂O-10 (Decagon Co., USA) である。センサーのプローブ長は 10 cm、幅は 3 cm で、主にセンサー上下面 2.5 cm の範囲の土壌誘電率の平均値が計測される。動作温度は 0～50℃、測定範囲は 0 cm³ · cm⁻³～飽和状態までである。センサーを Fig. 3, Fig. 4 に示す。

データロガーには EM-5 (Decagon Co., USA) を使用した。ポートは全部で 5 つあり、動作温度は -5～45℃、湿度には 100% まで耐えることができる。また、データの編集には、同社のソフトである Echo Link を使用し、パソコンと RS 232 C ケーブルで接続し、データを収集した。

2.4 キャリブレーション

市販の TDR には、校正式以外に特定の土壌に対する校正曲線を一般化している製品もある。本研究で使用した ECH₂O センサーの場合も同様に、体積含水率 θ (cm³ · cm⁻³) と出力電圧 ε (mV) との関係は、ほとんどの土壌に対応できるようにあらかじめ校正されている。

$$\theta = 0.000936 \times \varepsilon - 0.3796 \quad \dots\dots\dots (1)$$

Fig. 3. TDR sensor (ECH₂O).Fig. 4. TDR sensor (ECH₂O) and data acquisition system (EM-5).

しかし土壌の体積含水率を正確に測定するためには、使用のたびごとにキャリブレーションを行うことが必要であり、キャリブレーションは体積含水率 θ と出力電圧 ε との関係性を求め、3 次曲線等で近似するのが最もよいと言われている (Topps *et al.*, 1980; Miyamoto *et al.*, 2001)。このような近似曲線を得るためには多くの出力電圧 ε から求まる体積含水率 θ と実測値とが必要とされる。キャリブレーションでは、容器に土壌の湿潤密度が現場湿潤密度となるように攪乱土を詰め、あらかじめ均一な体積含水率に設定して、そこに TDR センサーを埋設し、出力電圧と体積含水率の実測値との関係性を求める手法が多く採られている。しかし、この方法では精度の高い 3 次曲線を得るために、データ数が多く必要があり、また攪乱土壌と不攪乱土壌とでは土の物理的性質も大きく異なるため、不攪乱土壌の場合には精度の高い校正曲線を得ることは困難であると考えられる。

そこで本研究では、圃場で土壌採集円筒を用いて不攪乱土壌を採取し、円筒管内の土壌を自然乾燥さ

せながら、乾燥過程における円筒の総重量 ($M_s + M_w + \text{容器の重量} + \text{センサーの重量}$) を時間毎に測定し、測定後のサンプル土壌の乾燥重量 (M_s) から体積含水率を求め、この体積含水率 θ と TDR センサーの出力電圧 ε との関係性を求めた。

装置の仕組みは、ECH₂O プロブを挿入した円筒管を電子天秤の上に置き、RS 232 C ケーブルでパソコンと接続し、一定時間毎にプロブの示す値 ε (mV) と電子天秤の示す値 (g) とを自動的に計測した。装置の概要を Fig. 5 に示す。電子天秤の質量の時間変化の計測には、Visual Basic (Microsoft 社) により作成した質量計測用プログラムを使用した。また、円筒管内の試料の乾燥を促進させるために、エアコンを用いて部屋の温度を 27°C の定温に設定した。試料を室内で放置して乾燥させながら、第 I 層、第 III 層、第 V 層の 3 つの試料に対し体積含水率 θ の変化と出力電圧 ε の測定を行い、最小二乗法を用いて近似曲線を算出した。校正曲線の様子を Fig. 6 (a-c) に示す。また得られた近似曲線を以下に示す。

$$\theta = -5.9 \times 10^{-8} \times \varepsilon^3 + 1.4 \times 10^{-4} \times \varepsilon^2 - 0.11 \times \varepsilon + 26.82 \quad (R^2 = 0.9872, \text{ 第 I 層}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\theta = -1.2 \times 10^{-7} \times \varepsilon^3 + 2.3 \times 10^{-4} \times \varepsilon^2 - 0.14 \times \varepsilon + 28.13 \quad (R^2 = 0.9959, \text{ 第 III 層}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta = -7.3 \times 10^{-8} \times \varepsilon^3 + 1.3 \times 10^{-4} \times \varepsilon^2 - 0.07 \times \varepsilon + 12.84 \quad (R^2 = 0.9848, \text{ 第 V 層}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

Fig. 6 (a-c) を見ると、Decagon 社の提案している校正式は非常に精度が悪く、同一の ε において θ を過小・過大評価する結果となった。一方、本研究により得られた校正曲線の場合は、Fig. 6 (a) の水分量の高い領域を除いては実測データと概ね一致していた。またどのグラフも R^2 の値が 0.9848 ~

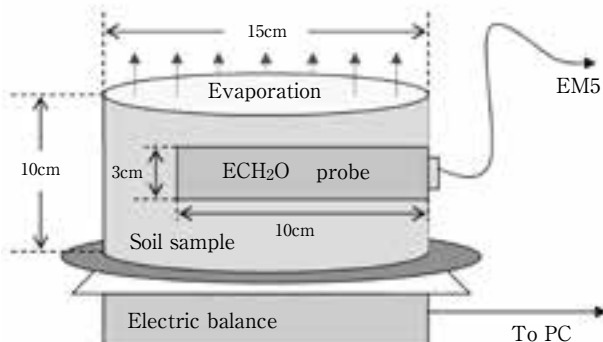


Fig. 5. Schematic diagram of the lysimeter experiment.

0.9959 の範囲で高い相関係数を示しており、Decagon 社の提案している校正式と比較すると、いずれも 3 次曲線で精度良く近似できている。これは一般的な校正式が攪乱土壌を用いて求められた式であったため、本研究で用いたような不攪乱土壌の場合には土の物理的性質が大きく異なり、校正式が適合しなくなったことが原因だと考えられる。以上の結果より、本研究で使用したような不攪乱土壌であって

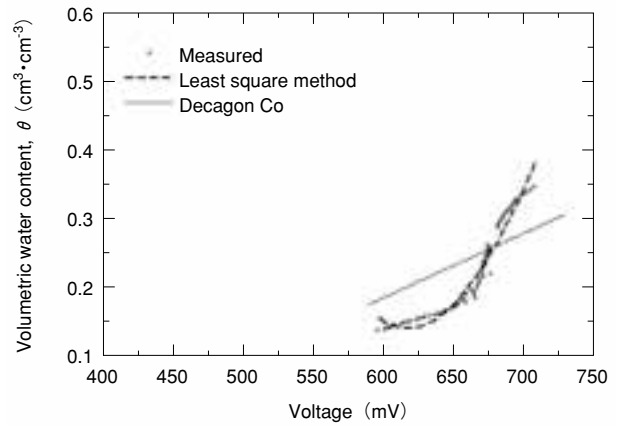


Fig. 6 (a). Calibration curve (The first layer).

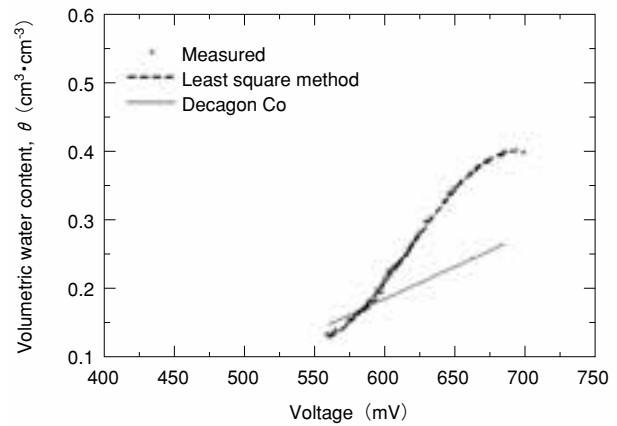


Fig. 6 (b). Calibration curve (The third layer).

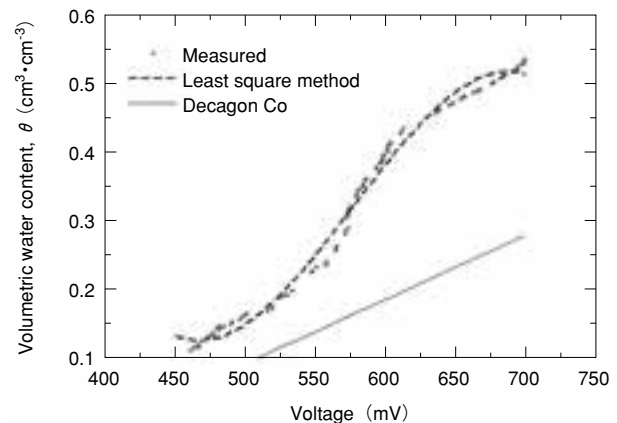


Fig. 6 (c). Calibration curve (The fifth layer).

も、円筒管内の試料を自然乾燥させ体積含水率 θ と TDR センサーの出力電圧 ε を計測する手法により、比較的精度のよい校正曲線を得られることが示された。

3. 結果と考察

2.4 節で得た校正曲線を基に、測定された出力電圧 ε の値から、各土層の体積含水率 θ を算出した。ただし第 I 層の計算では、0~10 cm の深さのキャリブレーションカーブを、第 II 層、第 III 層、第 IV 層の 3 層では、土性がほぼ均質であるとみなし、全て 20~30 cm の深さの校正曲線を使用した。また、第 V 層では、40~50 cm の深さの校正曲線を使用した。

3.1 土壌水分モニタリング

Fig. 7 に 2005 年 4 月 20 日から 7 月 20 日までの 3 ヶ月間の降水量 (mm) と、土壌表面から 50 cm の深さまでの各層の体積含水率と、全層の平均体積含水率の時間変化を示す。なお、降水量は本学 FS センターに設置されているアメダスにより得られたものである。Fig. 7 を見ると、各層の体積含水率は、降雨によく対応して変化していることがわかる。この期間の総降水量は 382 mm と平年の降水量 450 mm と比較して約 70 mm 少なく、マルチ栽培下のトマトの土壌は平年に比べて乾燥状態が続いたと推測される。この理由としては、梅雨入り時期が 6 月 10 日と平年に比べ遅かったことに加え、梅雨明け時期も不明瞭で、降水量の少ない特殊な年となったことが

考えられる。

ここで全層の平均体積含水率を見てみると、計測期間を通じて土層全体の水分量が最も高かったのは、ビニールトンネルで覆われていた 4 月 26 日の 23 時頃で $0.60 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 、一方で最も乾燥していた時はビニールトンネルをはずしてから 2 週間ほど経過した、5 月 28 日の 23 時頃で $0.36 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ であった。つまりわずか 2 週間しか経過していないに関わらず、その水分変動の差は、最大で $0.24 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ に達していたことがわかる。これは、ビニールトンネルによる土壌面蒸発の抑制機能が働かなくなったことと、この期間の降水量が 11 mm と非常に少なかったことの 2 つが主な原因だと考えられる。また実験期間の平均体積含水率の傾向として、ビニールトンネルをはずす前は、降雨の有無に関わらず平均体積含水率は高く、ビニールトンネルをはずした後は次第に低下し始め、それ以降は降雨がある度に降水量に対応して、 $0.40 \sim 0.50 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲で増減していたことがわかる。以上の結果から、ビニールトンネルをはずした後も降雨がある場合には土壌水分量は高く維持されるが、無降雨の期間が長く続いた場合には、土壌は乾燥し、作物の生育上好ましくない状態になるおそれがあると考え

3.2 ビニールトンネルの影響

ビニールトンネルをはずす前と後での土壌水分分布の変化についてさらに考察するために、Fig. 8 に 4 月 30 日~5 月 25 日までの 5 日ごとの土壌水分分布

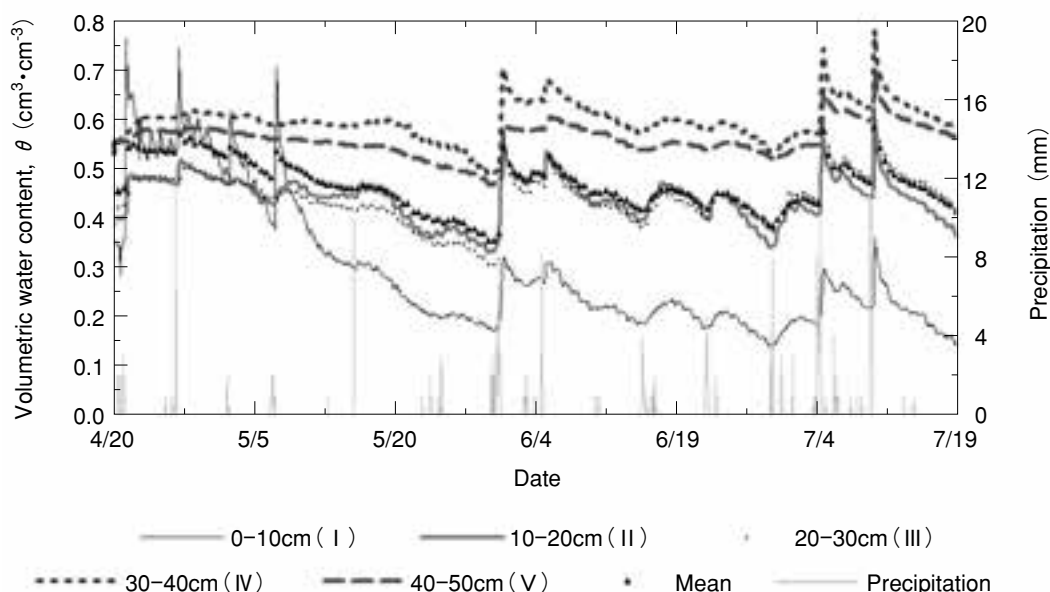


Fig. 7. The relationship between water content and rainfall at the each depth.

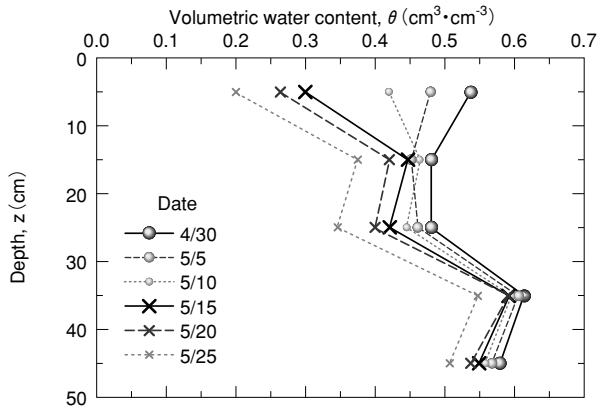


Fig. 8. Soil moisture distribution at each depth.

を示す。Fig. 8を見ると、ビニールトンネルで覆われていた5月10日までは、降水量が少ないにもかかわらず、どの層も体積含水率が高く保持されていたことがわかる。表層付近の第I層～第III層の体積含水率は $0.40 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 以上で、3層とも同程度の水分量であり、その下位層の第IV、第V層はさらに高く、 $0.55 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 以上であった。しかし、ビニールトンネルをはずした5月10日以降は、各層とも次第に体積含水率が減少し始め、その傾向は特に第I層～第III層で顕著であった。第I層ではビニールトンネルをはずしてから2週間後の5月24日くらいまで体積含水率の減少が続き、およそ $0.20 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ まで減少した後、一定状態に達した。5月24日以降は、降雨がある毎に $0.20 \sim 0.30 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ の範囲内で変動していたが、梅雨に入り降水量が増加したにも関わらず、 $0.40 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 以上になることは一度もなかった。また第II層、第III層では、5月25日以降も体積含水率の減少が続いたが、その減少量は第I層と比べて少なく、試験期間を通して体積含水率が $0.40 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ を下回ることはほとんどなかった。一方、第IV層、第V層ではビニールトンネルをはずした後も体積含水率は大きくは減少せず、試験期間を通して体積含水率が $0.50 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ を下回ることはなかった。

4. まとめ

今回の研究で、ビニールトンネルとマルチ栽培下のトマト畑土壌の時期的な水分変化を把握することができた。特にビニールトンネルを被せている時期は、上位層の0～30 cmの深さの層の体積含水率は $0.40 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 前後と高く保持される一方で、ビニールトンネルをはずすと0～10 cmの深さの層で

は、体積含水率が $0.20 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 前後まで減少することがわかった。しかし下位層の場合はビニールトンネルの有無に関わらず、試験期間を通して体積含水率が高く維持され、常に $0.40 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ 以上に保たれることが明らかになった。より高品質なトマトを栽培するためには、畑の土壌水分状態を代表できる箇所にTDRセンサーを埋設し、土壌中の水分量の変動を常時測定することで、収穫トマトの品質と土壌水分の補給の時期と量を制御しながらトマト栽培を行うことが可能である。

引用文献

- 筑紫二郎：TDR法による浸潤前線の検出。農土論集，No. 182，pp. 163-164，1996。
- G. C. Topps, J. L. Davis, A. P. Annan.: Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. *Water Resour. Res.* No. 16, pp. 574-582, 1980.
- 長谷川周一：黒ボク土畑の圃場容水量の実態。土壤の物理性，No. 83，pp. 41-46，2000。
- 堀野治彦・丸山利輔：3線式プローブによる土壌水分のTDR計測。農土論集，No. 168，pp. 119-120，1993。
- 清沢秀樹：TDR法による層状土壌の水分と塩類濃度の測定。日本農業気象学会東海支部会誌，No. 56，pp. 33-38，1998。
- K. Wijaya, T. Nishimura, M. Kato.: Estimation of Dry Bulk Density of Soil Using Amplitude Domain Reflectometry Probe, *J. of the Jpn. Soc. of Soil Physics*, No. 95, pp. 63-73, 2003.
- L. Tingxi, T. Amaya, Chaolunbagen, LIUXiaoyan.: The processes rainfall infiltration and phreatic water evaporation in arid area. *JSIDRE*, No. 233, pp. 449-460, 2004.
- 登尾浩助・颯田尚哉・古賀 潔・馬場秀和・向井田善朗：ふん尿還元草地における土壌のフィルター効果。農土誌，No. 70，pp. 631-634，2002。
- T. J. Marshall, J. W. Holmes, C. W. Rose.: Soil Physics third edition. *Cambridge university press*. 1996.
- T. Miyamoto, J. Chikushi.: Relations between soil water content and apparent dielectric constant evaluated by dielectric mixing models. *Trans. JSIDRE*, No. 206, pp. 57-62, 2001.

研究資料

FM 草木と FM 府中苗圃の昆虫相^{*1}村田 健輔^{*2}・小林 哲也^{*2}・宮井 遼平^{*2}・谷脇 徹^{*2}・桑原 誠^{*2}・岸 洋一^{*2,3}**Insect fauna at Field Museum Kusaki and Futyu Nursery**Kensuke MURATA^{*2}, Tetsuya KOBAYASHI^{*2}, Ryohei MIYAI^{*2}, Tooru TANIWAKI^{*2},
Makoto KUWABARA^{*2} and Yoichi KISHI^{*2,3}

Long-term monitoring on regional environment has been conducted at Field Museum of TUAT. However, herbaceous plants and insects, which are the most sensitive to environment changes, have seldom been researched. So we investigated insect fauna at Field Museum Kusaki and Fuchu Nursery using light trap, pitfall trap, flight interception trap and bottom trap, in 2005 and compared them using diversity indices.

At Field Museum Kusaki, 940 moths (16 families and 181 species), 1425 beetles (46 families and 196 species) and 982 other insects (11 orders and 46 families) were collected. At Field Museum Fuchu Nursery, 24 moths (7 families and 18 species), 1052 beetles (31 families and 149 species) and 235 other insects (6 orders and 27 families) were collected.

Numbers of individuals and families of collected moths were much more at Field Museum Kusaki than at Field Museum Fuchu Nursery. Species of collected beetles were more but diversity index was lower at Field Museum Fuchu Nursery than at Field Museum Kusaki. Diversity indices based on individual numbers of each family of other insects were always higher at Field Museum Fuchu Nursery than at Field Museum Kusaki.

Keywords : Insect fauna, light trap, pitfall trap, diversity index.

東京農工大学フィールドミュージアム (FM) では、地域環境に関する様々な長期モニタリングが行なわれているが、これまでのモニタリングでは、草本や昆虫といった地球環境に最も敏感な生物がほとんど調査されていなかった。本研究では、ライトトラップ、ピットフォールトラップ、黒色衝突板トラップ、水生昆虫用トラップを用いて FM 草木・FM 府中苗圃における2005年の昆虫の生息状況を記録し、多様性解析を行なうことで両調査地間の昆虫相の比較を行なった。また、昆虫標本を整備して保管し、今後の昆虫研究の基礎資料とした。

採集された昆虫は、チョウ目は FM 草木で16科181種940個体、FM 府中苗圃では7科18種24個体が採集された。甲虫目は、FM 草木で46科196種1,425個体、FM 府中苗圃では31科149種が採集された。その他の昆虫は、FM 草木で11目46科982個体、FM 府中苗圃では6目27科235個体が採集された。

チョウ目は、FM 草木の方が FM 府中苗圃に比べて種数、個体数共に極めて多かった。ライトトラップ、ピットフォールトラップで採集された甲虫目は、FM 府中苗圃の方が FM 草木よりも種数は多かったが、多様性指数の値は FM 草木の方が高かった。その他の昆虫は、科ごとの個体数を用いて多様性解析を行なった結果、全てのトラップで FM 府中苗圃の多様度が高かった。

キーワード : 昆虫相, ライトトラップ, ピットフォールトラップ, 多様性解析.

^{*1} Received March 1, 2006 ; Accepted Sep. 1, 2006

^{*2} 東京農工大学農学部 〒183-8509 東京都府中市幸町3-5-8 : Tokyo University of Agriculture and Technology, Futyu, Tokyo 183-8509, Japan

^{*3} Corresponding author : kishiyo@cc.tuat.ac.jp

1. はじめに

東京農工大学農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター (FSセンター) は、大学に属していた演習林や農場などの統合により2000年4月に発足し、首都圏に8箇所のフィールドミュージアム (FM) を持つ。各FMでは、地域環境に関する様々な長期モニタリングが行なわれている。森林系FM大谷山・草木・唐沢山・秩父では、気象、哺乳類、鳥類、爬虫類、水生昆虫、菌類 (ヒダナシタケ目)、樹木、小流域の物質循環・養分動態などの長期モニタリングが、古いものでは1960年から行なわれている (岸 2003)。

このような地球環境に関する長期フィールド研究ネットワークの例として、アメリカ合衆国を中心に展開しているLTER (Long-Term-Ecological Research) があげられる。このプログラムは、全米各地のフィールドを大学と試験研究機関が連携して管理・運営し、生物や気象、水文などに関連した研究を実施している。1993年には国際LTER (ILTER) が設立され、世界的なネットワークへと発展しつつある。2004年の時点で28カ国が参加し、東アジアでは中国、台湾、韓国、モンゴルが参加している。日本はこのような長期フィールド研究に対する枠組みが十分に整備されていないため、ILTERの中では「準備中」段階の国に分類されている。日本の大学演習林は、大規模なフィールド観測施設とそれを長期に維持する体制が全体に整備されており、長期的な研究を行なうフィールドとして中心的な役割を持つと予想される。

東京農工大学FMにおける長期モニタリングの研究成果は、森林資源科学誌やフィールドサイエンス誌の中で報告されているが、これまでのモニタリングでは、草本や昆虫といった地球環境に最も敏感な生物がほとんど調査されていなかった。そこで、本研究では、ライトトラップ、ピットフォールトラップ、黒色衝突板トラップ、水生昆虫用トラップを用いてFM草木とFM府中苗圃における昆虫の生息状況を記録し、両調査地間での昆虫相の比較を行なった。また、昆虫標本を整備して保管し、今後の昆虫研究の基礎資料とした。

本文を草するにあたり、いろいろご協力を頂いた東京農工大学農学部森林資源管理学研究室の各位に、謝意を表す。なおこの研究は、優秀学生研究として、学長表彰を受けたものである。

2. 調査方法

2-1. 調査地

2-1-1. FM草木の概要

FM草木は、群馬県みどり市東町に位置し、大きさは約415 haである (写真1)。標高は650~1,150 mの範囲にあり、一部は亜高山帯に属す。年平均気温は13.8℃、年降水量は1,346 mmである。植生は、標高1,000 m以下ではスギ、ヒノキおよびカラマツの針葉樹人工林が多い。1,000 m付近になるとミズナラ、モミ、ツガを主体とする針広混交林となり、その中にカンバ類、ツツジ類などが混生する。周辺は典型的な森林地帯である。

2-1-2. FM府中苗圃の概要

FM府中苗圃は、東京都府中市晴見町に位置する東京農工大学附属の苗圃である (写真2)。標高は約50 m、面積は約1.5 haで、住宅地と畑、マテバシイ、アカマツ、カエデ類、タケ類など多くの樹種からなる都市の孤立林に囲まれている。隣接する畑は、東京農工大学附属の農場で、コムギ、ダイズ、トウモロコシや多くの種類の野菜・果実が生産されている。

2-1-3. ライトトラップ設置場所

①FM草木見晴らし小屋前の土場は、標高約1,000 mの見晴らしの良い土場である。周辺は典型的な森林地帯であり、主な樹種はスギ、ヒノキ、カラマツ、ミズナラなどである。

②FM府中苗圃では、アカマツ、クロマツ、ヒノキ、スギなどの苗木が生産されている。

2-1-4. ピットフォールトラップ設置場所

③FM草木広葉樹林は、①に隣接するミズナラ林である。

④FM草木林道敷きは、①から約1 km離れた林道敷きであり、標高は約900 mである。林道の斜面上部はリョウブ、カエデ類などの広葉樹林、斜面下部はスギ林である。

⑤FM府中苗圃広葉樹林は、②に隣接する広葉樹の孤立林であり、マテバシイ、アカマツ、タケ類、カエデ類など多くの樹種が存在する。

2-1-5. 黒色衝突板トラップ設置場所

⑥FM草木孤立木は、①の周囲のアカマツ孤立木2本と隣接する尾根筋のアカマツ孤立木2本である。

⑦FM府中苗圃孤立林は、②の周囲のアカマツを主体とした防風林である。

2-1-6. 水生昆虫用トラップ設置場所

⑧FM 草木溪流は、標高約650 m の土場の脇を流れる溪流である。スギ人工林とスギを主体とする針広混交林の間に位置する。

2-2. 採集方法

2-2-1. ライトトラップ

正の走光性のある昆虫を人工灯を用いて採集する方法には移動法(カーテン法)と固定法がある。移動法は、林の中や山野の見晴らしの良い場所などに白幕をセットし、その前に光源を置いて採集する方法である。固定法は、山地の民家などの定点に光源をセットし、長期に亘って採集する方法である。

本研究では、移動法を用いた。18 W の蛍光灯(National FL 20 SS・N/18)と20 W のブラックライト(TOSHIBA FL 20 S・BLB)を各2本、合計4本使用し、長さ2 m のポールと縦1.6 m・横2 m の白色のシートを組み上げてライトトラップを設営した(写真3)。白色のシートは、光を反射させて、より遠くまで光が届くようにすると同時に、飛来した昆虫の止まる場所にもなる。揺れるシートには昆虫が止まり難いので、紐や石を用いてシートの端を固定した。設置場所は①FM 草木見晴らし小屋の前の土場と②FM 府中苗圃とした。4~10月の各月中旬の1日の日没から3時間採集した。

トラップに飛来した昆虫のうち、チョウ目は体長約1 cm 以上の個体を採集した。なお、飛来したチョウ目は全てガであった。採集したガは、鱗粉の剥離や翅の損傷を避けるため、胸部を指で圧迫して弱らせた後、酢酸エチルを入れた毒瓶・毒壺または三角紙に入れて持ち帰った。甲虫やその他の昆虫は、酢酸エチルを入れた毒瓶・毒壺に入れて持ち帰った。

2-2-2. ピットフォールトラップ

ピットフォールトラップは、オサムシやゴミムシといった地表徘徊性の昆虫を効率よく採集する方法として広く利用されている。このトラップは、コップを地面に埋め込んで作った人工の落とし穴で、地表面を徘徊している様々な動物を捕獲するものである(写真4)。

本研究では、内径6.4 cm、深さ9 cm のプラスチック製コップに1%ホルマリン溶液を約20 cc 入れたものを、コップの口が地面と同じ高さになるように設置した。1%ホルマリンは、トラップ内に落ちた昆虫が逃げ出さないための殺虫の機能と防腐のための機能を果たしている。ホルマリンは、ゴミム

シに対する誘引性があり、構成種や性比に偏りをもたらすことが知られている。降雨による溢れ出し防ぐために、コップの上端から約3 cm のところに直径約1 mm の穴を数箇所開けた。鳥、モグラ、ネズミ、サル、イノシシ等の動物によるトラップの掘り起こしを防ぐため、コップの中に粉末の唐辛子を少量入れた。コップを埋めるときに掘った穴が土や落葉で埋まるのを防ぐために、内径6.5 cm、深さ9.5 cm の塩化ビニール製のパイプ差し込み、トラップ設置期間以外は蓋をした。

設置場所は③FM 草木広葉樹林内、④FM 草木林道敷き、⑤FM 府中苗圃広葉樹林に設置した。トラップ10個を1 m 間隔で直線状に配置し、4~10月の各月中旬に1週間設置した後、トラップ内に落下した昆虫を採集した。採集した昆虫は、70~80% エタノールの入った管瓶に入れて持ち帰った。

2-2-3. 黒色衝突板トラップ

衝突板トラップは、十文字に組み合わせたプラスチックの板の中央に昆虫の誘引剤をセットし、この誘引剤とプラスチックの色に誘引された飛翔性の昆虫が、板に衝突して落下したものを捕虫する装置である(写真5)。

本研究では、サンケイ化学株式会社製の黒色衝突板トラップと、誘引剤として同社製のマダラコールを用いた。マダラコールは、マツノマダラカミキリを対象とした誘引剤で、マツ属樹種に含まれる芳香物質の α -ピネンを主成分とした薬剤の容器と、エチルアルコールの入った容器が1セットになっている。設置場所は⑥FM 草木孤立木と⑦FM 府中苗圃孤立林のアカマツに各4個設置した。4~10月の各月中旬に1週間設置した後、捕虫器内の昆虫を採集した。採集した昆虫は、70~80% エタノールの入った管瓶に入れて持ち帰った。

2-2-4. 水生昆虫用トラップ

水生昆虫用トラップは、水面を滑走するアメンボやミズスマシ、水中で浮遊生活をする双翅目や水生甲虫、および石の下などで生活するトンボのヤゴ、カワゲラ、カゲロウの幼虫などを捕獲対象としたものである(写真6)。

本研究では、縦40 cm、横50 cm の針金枠に、寒紗を張った水網型のトラップを用いた。このトラップを丸太に針金で固定し、丸太を溪流の両岸に渡すように設置した。網の部分が溪流の水底に接するようにするため、石を網内に入れて固定した。設置場所は⑧FM 草木溪流で、同じ溪流中に2箇所設

置した。4～8月の各月中旬に1週間設置した後、網内の昆虫を採集した。なお、9～10月もこのトラップを用いて調査を継続する予定であったが、9月のトラップ設置期間中の台風で溪流の水量が増加し、トラップが流されたため、調査は8月で終了した。採集した昆虫は、70～80%エタノールの入った管瓶に入れて持ち帰った。

2-3. トラップ設置日

以上4種類のトラップ設置日は、表1にまとめた。原則として、設置開始と終了時刻は、ライトトラップでは各日付の日没から3時間、その他のトラップでは各日付の12時頃である。

2-4. 分類方法

2-4-1. 分類と同定

それぞれのトラップで採集された昆虫は、チョウ目、甲虫目、その他の昆虫、水生昆虫に分けて種数・個体数を記録し、リストを作成した。

チョウ目は、展翅板で羽を広げて乾燥させてから日本産蛾類大図鑑（井上ら 1982）を用いて同定を行なった。甲虫目とその他の目昆虫は、脱脂綿上で展足を行い乾燥させた。その後、実体顕微鏡と原色日本甲虫図鑑（I）（森本ら 1986）、同（II）（上野ら 1985）、同（III）（黒澤ら 1985）、同（IV）（林ら 1984）、原色昆虫大図鑑II（中根ら 1963）、同III（朝比奈ら 1965）、を主に用いて同定を行なった。水生昆虫用トラップで採集された昆虫は、実体顕微鏡と日本産水生昆虫（川合ら 2005）を用いて同定を行なった。その時に標本の乾燥を防ぐため、70～80%エタノールをバットに入れ液浸した状態で同定を行なった。

2-4-2. 保存方法

同定が終わった昆虫は、採集地、採集日、トラッ

プ名、採集者（FS自然研究室）、和名、学名を記載した同定ラベルを付け、標本として保存した。水生昆虫用トラップで採集された昆虫は、同定ラベルと共にねじ瓶に入れ、70～80%エタノールで保存した。

2-5. 多様性解析

作成した採集リストをもとに、①森下の H^* 、②Pielouの一様度指数（均衡度指数 J' ）、③Simpson多様度指数（ $1-D$ ）、④対数逆Simpson指数 $[\text{LN}(1/D)]$ の4つの指数を用いて多様性解析を行った。

①森下の H^*

H^* は、Shannon-Wiener指数 H' の欠点を減らすために、森下（1996）が提案した多様度指数である。 H' は、群集中の稀な種の数の変化に鋭敏に反応する特性があり、 H^* はこの影響を減らすために提案された。 H^* は値が大きいほど群集を構成する種ごとの数が近いことを意味し、多様性大となる。

②Pielouの一様度指数（均衡度指数 J' ）

J' は、群集を構成する種の個体数がどのくらい近い値かを示す指数としてPielou（1969）が提案した指数である。0～1の値をとり、群集の構成種すべてが同一個体数のとき最大値1をとる。

③Simpson多様度指数（ $1-D$ ）

D はSimpson単純度指数と呼ばれ、大きな群集におけるランダムサンプルで、ある種の2匹が取れる確立を表す指数である。1-Dは、0～1の値をとり、大きい値が多様性大となる。

④対数逆Simpson指数 $[\text{LN}(1/D)]$

$\text{LN}(1/D)$ は、値に上限がなく、1以上の値もとれるので、0～1の範囲だけの指数より比較的目的には優れているとされる。

表1. トラップ設置日

トラップ	設置場所	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
ライトトラップ	①FM 草木見晴らし小屋前の土場	8	19	16	14	18	15	12
	②FM 府中苗圃	9	20	17	15	19	16	13
ピットフォールトラップ	③FM 草木広葉樹林内	1-8	12-19	9-16	7-14	11-18	8-15	5-12
	④FM 草木林道敷き	1-8	12-19	9-16	7-14	11-18	8-15	5-12
	⑤FM 府中苗圃広葉林内	2-9	13-20	10-17	8-15	12-19	9-16	6-13
黒色衝突板トラップ	⑥FM 草木孤立木	1-8	12-19	9-16	7-14	11-18	8-15	5-12
	⑦FM 府中苗圃孤立林	2-9	13-20	10-17	8-15	12-19	9-16	6-13
水生昆虫用トラップ	⑧FM 草木溪流	1-8	12-19	9-16	7-14	11-18	※—	—

※台風により流され中止



写真1. FM 草木 (見晴小屋前の土場)



写真2. FM 府中苗圃



写真3. ライトトラップ



写真4. ピットフォールトラップ



写真5. 黒色衝突板トラップ



写真6. 水生昆虫用トラップ

3. 結果と考察

3-1. チョウ目

チョウ目は、ライトトラップ以外のトラップでは採集されなかった。4~10月の調査で採集されたガ類の種および個体数を表2に示す。

①FM 草木見晴らし小屋前の土場では、16科181種940個体が採集された。種数、個体数は、ヤガ科が最も多く77種、396個体が採集された。次に多かったのは、シャクガ科で38種、165個体であった。個体数で最も多い種は、クロクモヤガ (*Hermonassa cecilia*) で、5月に26個体、10月に51個体採集され、合計77個体であった。クロクモヤガの幼虫は、キク科 (ハルジオン)、タデ科 (ギシギシ) などの草本を食草とし、成虫は5~6月、9~10月に発生する年2化であることがわかっている。次に多く採集された種は、ハガタクチバ (*Daddala lucilla*) で、7月に2個体、9月に59個体、10月に3個体、合計64個体が採集された。

②FM 府中苗圃では、7科18種24個体が採集された。種数・個体数は、①FM 草木見晴らし小屋前の土場と同様にヤガ科が最も多く、8種10個体であった。個体数で最も多い種は、マエアカスカシノメイガ (*Palpita nigropunctaris*) で、10月に3個体が採集された。マエアカスカシノメイガは①FM 草木見晴らし小屋前の土場でも46個体が採集された。

①FM 草木見晴らし小屋前の土場の6~9月の調

査では、採集し尽くせないほど多くのガがトラップに飛来したため、採集個体数は飛来したものの半数程度であった。また、今回は採集しなかった体長1cm未満の小型のガは、②FM 府中苗圃ではほとんど見られなかったのに対し、①FM 草木見晴らし小屋前の土場では大量の個体が飛来した。以上の採集結果と観察から、①FM 草木見晴らし小屋前の土場のガ類は、②FM 府中苗圃に比べて種数、個体数ともに極めて多かった。

多様性解析では、 H^* 、 $1-D$ 、 $LN(1/D)$ の3つの指数は①FM 草木見晴らし小屋前の土場で大きい値を示し、多様度が高かった (表3)。唯一 J' だけは、②FM 府中苗圃の方が大きい値を示したが、これは J' が種の均衡度を表す種数であることに関係している。①FM 草木見晴らし小屋前の土場では、最も多く採集された種は77個体であるのに対し、②FM 府中苗圃では、最も多く採集された種で3個体であった。このため、②FM 府中苗圃の方が均衡度が高いという結果になった。

3-2. 甲虫目

3-2-1. ライトトラップ

4~10月の調査で採集された甲虫目の種および個体数を表4に示す。

①FM 草木見晴らし小屋前の土場では、15科57種169個体が採集された。種数、個体数は、コガネムシ科が最も多く10種45個体が採集された。個体数の最も多い種は、シリナガカミキリモドキ (*Xantho-*

表3. 採集昆虫の多様性解析

目	トラップ	採集場所	N	S	H^*	J'	$1-D$	$LN [(1/D)]$
チョウ	ライト トラップ	①FM 草木見晴らし小屋前の土場	940	181	4.61	0.85	0.98	3.74
		②FM 府中苗圃	24	18	4.17	0.97	0.97	3.67
	ライト トラップ	①FM 草木見晴らし小屋前の土場	169	57	4.04	0.88	0.96	3.34
		②FM 府中苗圃	498	97	3.57	0.72	0.91	2.43
甲 虫	ピットフォール トラップ	③FM 草木広葉樹林内	297	25	2.60	0.78	0.90	2.30
		④FM 草木林道敷き	585	47	2.79	0.70	0.89	2.20
		⑤FM 府中苗圃広葉樹林内	438	52	2.81	0.68	0.84	1.85
	黒色衝突板 トラップ	⑥FM 草木孤立木	263	92	4.39	0.80	0.94	2.83
		⑦FM 府中苗圃孤立林	92	31	3.25	0.78	0.86	1.99
その他の目	ライト トラップ	①FM 草木見晴らし小屋前の土場	192	20	2.12	0.68	0.75	1.40
		②FM 府中苗圃	67	19	2.57	0.72	0.78	1.51
	ピットフォール トラップ	③FM 草木広葉樹林内	318	2	0.03	0.03	0.01	0.01
		④FM 草木林道敷き	152	4	0.19	0.11	0.05	0.05
		⑤FM 府中苗圃広葉樹林内	127	6	1.28	0.69	0.66	1.08
	黒色衝突板 トラップ	⑥FM 草木孤立木	46	14	2.52	0.86	0.87	2.02
		⑦FM 府中苗圃孤立林	11	9	3.79	0.98	0.96	3.31

chros caudate) で、7月に16個体、8月に1個体、合計17個体が採集された。次に個体数の多い種は、ナミテントウ (*Harmonia axyridis*) で、7月に7個体、8月に1個体、9月に1個体、10月に6個体、合計15個体が採集された。

②FM 府中苗圃では、26科97種498個体が採集された。種数は、①FM 草木見晴らし小屋前の土場と同様にコガネムシ科が最も多く、21種152個体が採集された。個体数で最も多い種は、ミドリマゴモクムシ (*Stenolophus difficilis*) で、5月に2個体、6月に97個体、7月に2個体、合計101個体が採集された。次に個体数の多い種は、ヒメコガネ (*Anomala rufocuprea*) で、7月に4個体、8月に86個体、合計90個体が採集された。

多様性解析では、 H^* 、 J' 、 $1-D$ 、 $\text{LN}(1/D)$ の全ての指数で①FM 草木見晴らし小屋前の土場の方が大きい値となり、多様度が高かった (表3)。①FM 草木見晴らし小屋前の土場では、採集個体数上位3種の合計は43個体であり、全採集個体数の25.4%であったが、②FM 府中苗圃では、上位3種の合計は230個体であり、全採集個体数の46.2%を占めていた。②FM 府中苗圃は、科数、種数、個体数の全てで①FM 草木見晴らし小屋前の土場を上回ったが、ある特定の種の個体数が極端に多いため、多様度は低かった。

3-2-2. ピットフォールトラップ

4~10月の調査で採集された甲虫目の種および個体数を表5に示す。

③FM 草木広葉樹林内では、8科25種297個体が採集された。種数、個体数は、オサムシ科が最も多く、15種256個体が採集された。個体数の最も多い種は、クロナガオサムシ (*Leptocarabus procerulus*) で、6月に2個体、8月に16個体、9月に16個体、10月に13個体、合計47個体が採集された。次に個体数の多い種は、コクロツヤヒラタゴミムシ (*Synuchus melantho*) で、7月に2個体、8月に12個体、9月に22個体、8月に8個体、合計44個体が採集された。

④FM 草木林道敷きでは、13科47種585個体が採集された。種数、個体数はオサムシ科が最も多く、27種557個体が採集された。個体数の最も多い種は、FM 草木広葉樹林内と同様にクロナガオサムシで、6月に9個体、8月に4個体、9月に73個体、10月に41個体、合計127個体が採集された。次に個体数の多い種は、クロツヤヒラタゴミムシ

(*Synuchus cycloderus*) で、6月に81個体、9月に8個体、10月に16個体、合計105個体が採集された。

⑤FM 府中広葉樹林では、種の同定、分類が出来なかったキクイムシ科を種数から除いて14科52種438個体が採集された。種数、個体数はオサムシ科が最も多く、16種216個体が採集された。個体数の最も多い種は、アオオサムシ (*Carabus insulicola*) で、4月に6個体、5月に3個体、6月に3個体、7月に10個体、8月に43個体、9月に49個体、10月に42個体、合計156個体が採集された。次に個体数の多い種は、ツヤエンマコガネ (*Onthophagus nitidus*) で、6月に3個体、7月に28個体、8月に16個体、9月に3個体、合計50個体が採集された。

多様性解析は、キクイムシ科を除いて行なった (表3)。結果は、 J' 、 $1-D$ 、 $\text{LN}(1/D)$ の3つの指数で③FM 草木広葉樹林内、④FM 草木林道敷き、⑤FM 府中苗圃広葉樹林内の順に高い値を示した。 H^* は、⑤FM 府中苗圃広葉樹林内、④FM 草木林道敷き、③FM 草木広葉樹林内の順に大きい値を示し、他の3つの指数とは反対の結果になった。これは、 H^* が個体数の少ない種を尊重する指数であることに関係している。1個体のみ採集された種の総個体数に対する割合は、③FM 草木広葉樹林内で3.0%、④FM 草木林道敷きで3.9%、⑤FM 府中苗圃広葉樹林内で5.0%であり、⑤FM 府中苗圃広葉樹林内の値が一番大きかった。

3-2-3. 黒色衝突板トラップ

4~10月の調査で採集された甲虫目の種および個体数を表6に示す。

⑥FM 草木孤立木では、キクイムシ科を種数から除いて38科92種370個体が採集された。種数は、カミキリムシ科とゾウムシ科が最も多く、10種が採集された。個体数の最も多い種は、フタトゲホソヒラタムシ (*Silvanus bidentatus*) で、6月に2個体、7月に41個体、合計43個体が採集された。次に個体数の多い種は、ナカアカヒゲブトハネカクシ (*Aleochara curtula*) で、5月に1個体、8月に39個体、合計40個体が採集された。

⑦FM 府中苗圃孤立林では、キクイムシ科を種数から除いて15科31種107個体が採集された。種数は、コメツキムシ科とゾウムシ科が最も多く、5種が採集された。個体数の最も多い種は、クロカミキリで、5月に2個体、6月に11個体、7月に11個体、8月に1個体、9月に2個体、10月に5個体、合計32個体が採集された。次に個体数の多い種は、

マツノマダラカミキリで、6月に3個体、8月に4個体、9月に1個体、合計8個体が採集された。

多様性解析はキクイムシ科を除いて行なった(表3)。結果は、 H^* 、 J' 、 $1-D$ 、 $\text{LN}(1/D)$ の全ての指数で⑥FM 草木孤立木の方が大きい値を示し、多様度が高かった。

3-3. その他の昆虫

3-3-1. ライトトラップ

4~10月の調査で採集されたその他の昆虫の種および個体数を表7に示す。

①FM 草木見晴らし小屋前の土場では、8日20科192個体が採集された。個体数はヒメバチ科が最も多く、採集個体数の46.9%を占める90個体が採集されたが、種の同定、分類はできなかった。

②FM 府中苗圃では、5日19科67個体が採集された。種数、個体数は、カメムシ科が最も多く、5種30個体が採集された。個体数で最も多い種は、クサギカメムシ (*Halyomorpha brevis*) で、7月に3個体、8月に13個体、合計16個体が採集された。

多様性解析は、ヒメバチ科やコマユバチ科など種の同定、分類が出来なかった昆虫が多いため、種ごとの個体数の代わりに科ごとの個体数を用いて行なった(表3)。結果は、 H^* 、 J' 、 $1-D$ 、 $\text{LN}(1/D)$ の全ての指数で②FM 府中苗圃が大きい値を示し、多様度が高かった。

3-3-2. ピットフォールトラップ

4~10月の調査で採集されたその他の昆虫の種および個体数を表8に示す。

③FM 草木広葉樹林内では、2日3科333個体が採集された。個体数は、カマドウマ科が最も多く、317個体が採集された。

④FM 草木林道敷きでは、4日5科257個体が採集された。個体数は、FM 草木広葉樹林内と同様にカマドウマ科が最も多く、148個体が採集された。

⑤FM 府中苗圃広葉樹林内では、4日7科157個体が採集された。個体数は、コオロギ科が最も多く、4種53個体が採集された。最も多く採集された種は、ツチカメムシ (*Macroscytus japonensis*) で、5月に6個体、6月に2個体、7月に25個体、8月に12個体、10月に5個体、合計50個体が採集された。

多様性解析は、個体数の多いカマドウマ科の種の同定、分類が出来なかったため、種ごとの個体数の代わりに科ごとの個体数を用いて行なった(表3)。なお、アリ科については、ピットフォールトラップを用いた場合、トラップとアリの巣との距

離、あるいは巣内のアリの個体数によって捕獲される個体数が大きく変動することが考えられたため、多様性解析から除外した。結果は、 H^* 、 J' 、 $1-D$ 、 $\text{LN}(1/D)$ の全ての指数で⑤FM 府中苗圃広葉樹林内が大きい値を示し、多様度が高かった。

3-3-3. 黒色衝突板トラップ

4~10月の調査で採集されたその他の昆虫の種および個体数を表9に示す。

⑥FM 草木孤立木では、4日13科31個体が採集された。個体数は、アブ科が最も多く、7月に1個体、8月に4個体、合計5個体が採集された。

⑦FM 府中苗圃孤立林では、5日9科11個体が採集された。

多様性解析は、種の同定、分類が出来ない昆虫が多いため、種ごとの個体数ではなく科ごとの個体数を用いて行なった(表3)。結果は、全ての指数で⑦FM 府中苗圃孤立林が大きい値を示したが、採集された昆虫の総個体数が少なすぎることから、比較には適さないと考えられる。

3-4. 水生昆虫用トラップで採集された昆虫

⑧FM 草木溪流において、4~8月の調査で採集された昆虫の種および個体数を表10に示す。

採集された昆虫は、6日19科169個体であった。個体数は、カクツツトビケラ属が最も多く、5月に1個体、6月に17個体、7月に38個体、合計56個体が採集された。次に個体数の多い種は、ヤマトカワゲラ (*Niponiella limbatella*) で、4月に1個体、6月に22個体、7月に15個体、8月に11個体、合計49個体が採集された。

4. まとめ

今回の調査を集計すると、FM 草木では、13日106科447種3,335個体、FM 府中苗圃では、8日70科230種1,311個体の昆虫が確認され、これまで調査例のほとんどなかった両FMの昆虫相の概要を把握することができた。

ライトトラップで採集されたチョウ目(ガ類)は、①FM 草木見晴らし小屋前の土場の方が②FM 府中苗圃に比べて種数、個体数共に極めて多かった。②FM 府中苗圃で採集された18種のガの内、ヒメクロイラガ (*Scopelodes contracta*)、シロオビノメイガ (*Hymenia recurvalis*)、マメノメイガ (*Maruca testulalis*)、ナミガタエダシャク (*Heterarmia charon*)、チャドクガ (*Arna pseudoconspersa*)、オオタバコガ (*Helicoverpa armigera*)、シロモンヤ

ガ (*Xestia c-nigrum*), ミツモンキンウワバ (*Ctenoplia agnata*) の 9 種の幼虫の餌植物は、隣接する FM 府中農場で生産されている農作物であることが確認された。また、②FM 府中苗圃で採集された上述以外の種は、餌植物を確認できなかった 2 種を除いて、②FM 府中苗圃の付近に餌植物が存在する種であった。以上のことから、②FM 府中苗圃では、幼虫の餌植物の種類と量が少ないため、一部のガしか生息することが出来ないと推察された。

ライトトラップで採集された甲虫目の種数、個体数は、②FM 府中苗圃の方が①FM 草木見晴らし小屋前の土場より多かったが、多様性解析では①FM 草木見晴らし小屋前の土場の方が多様度が高かった。ピットフォールトラップで採集された甲虫目についても、種数では⑤FM 府中苗圃広葉樹林内が③FM 草木広葉樹林内と④FM 草木林道敷きを上回ったが、多様性解析では H^* 以外の指数で FM 草木 (③, ④) の方が多様度が高かった。黒色衝突板トラップでは、⑦FM 府中苗圃孤立林でクロカミキリが 32 個体採集され、総個体数の 30.0% を占めた。以上のことから、FM 府中苗圃 (②, ⑤, ⑦) の甲虫相は、FM 草木 (①, ③, ④, ⑥) に比べて特定の種の個体数割合が高い傾向があると考えられた。

その他の昆虫は、科ごとの個体数を用いて多様性解析を行なった結果、全てのトラップで FM 府中苗圃 (②, ⑤, ⑦) の多様度が高かった。ライトトラップでは、①FM 草木見晴らし小屋前の土場でヒメバチ科が多く採集されたことが、多様度指数の値を小さくしたと考えられる。多くのヒメバチ科の幼虫は、チョウ目の幼虫に寄生することが知られており、多くのガが生息している①FM 草木見晴らし小屋前の土場付近では、ヒメバチ科の個体数も多くなると考えられた。ピットフォールトラップでは、③FM 草木広葉樹林内と④FM 草木林道敷きでカマドウマ科の個体数が多く、他の昆虫がほとんど採集されなかったため、多様度は低かった。FM 府中苗圃 (②, ⑤) のライトトラップ、ピットフォールトラップでは、カメムシ目が多く採集され、FM 草木 (①, ③, ④, ⑥) と比べて優占する昆虫の目が異なった。

水生昆虫用トラップでは、カゲロウ目が 6 月までに 27 個体が採集されたが、7 月以降は採集されなかった。この原因の一つとして、カゲロウの多くが成虫に羽化してしまったことが推測される。2002 年に同じ溪流で行なわれた調査では、16 科の昆虫が確

認されており (石井 2002)、今回の調査で新たに 13 科が確認された。

今後の調査の課題として、ライトトラップでは時間帯によって飛来する昆虫の種類が違っていたので、多くの種を採集するためにも調査時間を延長することが望ましい。特に FM 草木のチョウ目は、調査対象としなかった 1 cm 未満のガの個体数が多かったため、昆虫相の把握には調査対象を拡大することが必須である。FM 府中苗圃では、チョウ目は非常に少ない個体数しか得られなかったため、付近の街灯などの影響を出来るだけ受けない場所の検討が必要である。ピットフォールトラップでは、降雨によるトラップ内の水位の上昇やトラップに入った昆虫が発する誘引効果の影響を小さくするため、トラップは 1 日 1 回見回り、回収することが望ましい。衝突板トラップでは、トラップの色や誘引剤を変えて調査を行なうことで、今回採集されなかった昆虫が採集できると考えられる。水生昆虫用トラップは、溪流の水量が増加すると流されてしまうため、岩や砂泥を裏返ししながら水生昆虫用の網で採集する方法が良いと考えられる。

FM 草木、FM 府中苗圃共に、調査方法を再検討し、これからも長期的にデータの蓄積を行なうことで、昆虫種のリストを完成に近づけることが望まれる。

参考文献

- 朝比奈正二郎・石原 保・安松京三 (1965) 原色昆虫大図鑑Ⅲ. 358 pp, 北隆館.
- 馬場金太郎・平嶋義宏 (1991) 新版 昆虫採集学. 795 pp, 九州大学出版会.
- 林 匡夫・森本 桂・木元新作 (1984) 原色日本甲虫図鑑 (Ⅳ). 438 pp, 保育社.
- 市川顕彦 (1998) 絵とき検索日本本土のヒシバツタ類 (Ⅰ). 昆虫と自然 33 (2): 43~47.
- 市川顕彦 (1998) 絵とき検索日本本土のヒシバツタ類 (Ⅱ). 昆虫と自然 33 (4): 31~33.
- 市川顕彦・村井貴史・本田恵理 (2000) 総説・日本のコオロギ. ホシザキグリーン財団研究報告 (4): 257~332.
- 井上 寛・杉 繁郎・黒子 浩・森内 茂・川辺 湛・大和田 守 (1982) 日本産蛾類大図鑑Ⅱ. 552 pp, 講談社.
- 石井 実 (2004) 昆虫類の多様性調査, 目的と方法. 昆虫と自然 39: 4~5.

- 石井隆寛・桑原 繁・桑原 誠・内田武次・熊倉 充 (2002) 東京農工大学フィールドミュージアムにおける底性水生昆虫の生息状況. フィールドサイエンス 2 : 31-36.
- 磯野昌弘 (2002) ピットホールトラップによるゴミシの調査法. 昆虫と自然37 : 8-11.
- 伊藤嘉昭 (2000) 昆虫多様性の測定と解析法. 昆虫と自然35 : 11-16.
- 伊藤嘉昭・佐藤一憲 (2002) 種の多様性比較のための指数の問題点. 生物科学53 : 204-220.
- 川合禎次・谷田一三 (2005) 日本産水生昆虫. 1311 pp, 東海大学出版会.
- 木元新作・武田博清 (1989) 群集生態学入門. 198 pp, 共立出版株式会社.
- 岸 洋一 (2003) 東京農工大学フィールドサイエンス・センターにおける長期モニタリング. フィールドサイエンス 3 : 49-53.
- 黒澤良彦・久松定成・佐々治寛之 (1985) 原色日本甲虫図鑑 (Ⅲ). 500 pp, 保育社.
- 森本 桂・林 長閑 (1986) 原色日本甲虫図鑑 (Ⅰ). 323 pp, 保育社.
- 中根猛彦・大林一夫・野村 鎮・黒沢良彦 (1963) 原色昆虫大図鑑Ⅱ. 443 pp, 北隆館.
- 日本蟻類研究会 (1989) 日本産アリ類の検索と解説 (Ⅰ). 42 pp, 日本蟻類研究会.
- 日本蟻類研究会 (1991) 日本産アリ類の検索と解説 (Ⅱ). 56 pp, 日本蟻類研究会.
- 日本蟻類研究会 (1992) 日本産アリ類の検索と解説 (Ⅲ). 94 pp, 日本蟻類研究会.
- 谷田一三・丸山博紀・高井幹夫 (2000) 原色川虫図鑑. 244 pp, 全国農村教育協会.
- 谷脇 徹・久野春子・岸 洋一 (2005) 都市近郊林の林床管理区および短期・長期放置区における地表性甲虫相の比較. 日本緑化工学会誌31 (2) : 260-268.
- 谷脇 徹・久野春子・細田浩司 (2005) 都市近郊林の小規模孤立林における地表性昆虫類の群集構造の経年変化. 日本緑化工学会誌30 (3) : 552-560.
- 立岩邦敏・広渡俊哉 (2004) ガ類群集の多様性調査. 昆虫と自然39 : 9-12.
- 友国雅章・安永智秀・高井幹夫・山下 泉・川村 満・川澤哲夫 (1993) 日本原色カメムシ図鑑. 380 pp, 全国農村教育協会.
- 東京農工大学演習林 (1999) 森の公開講座. 314 pp, 東京農工大学附属演習林.
- 上野俊一・黒澤良彦・佐藤正孝 (1985) 原色日本甲虫図鑑 (Ⅱ). 514 pp, 保育社.
- 梅谷猷二 (1994) 野外の毒虫と不快な虫. 329 pp, 全国農村教育協会.

表 2 a. ライトトラップで採集されたチョウ目

学 名	和 名	FM 草木				FM 府中苗圃				小計	合計	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	小計			
Limacodidae												
<i>Latoia sinica</i>	イラガ科 クロシタアオイラガ		1									1
<i>Narosoides flavidorsalis</i>	ナシイラガ			6								6
<i>Scopelodes contracta</i>	ヒメクロイラガ								1			1
Thyrididae	マドガ科											
<i>Pyrrhoides aureus</i>	ハスオビマドガ			3								3
Pyrallidae	メイガ科											
<i>Hymenia recurvalis</i>	シロオビノメイガ							2				2
<i>Tyspanodes striata</i>	クロスジノメイガ					1						1
<i>Palpita nigropunctaris</i>	マエアスカシノメイガ		14				28	4			3	46
<i>Pleuroptya quadrimaculalis</i>	ヨツメノメイガ			1								1
<i>Botyodes principalis</i>	オオキノメイガ						5	1				6
<i>Glyphodes perspectalis</i>	ヨツボシノメイガ			2								2
<i>Maruca testulalis</i>	マメノメイガ						12			1		13
<i>Endotriccha olivacealis</i>	ウスベニトガリメイガ			7								7
Drepanidae	カギバガ科											
<i>Drepana curvatula</i>	オビカギバ		4									4
<i>Nordstromia grisearia</i>	エゾカギバ						2					2
<i>Auzata superba</i>	ヒトツメカギバ										1	1
<i>Agnidra scabiosa</i>	マエキカギバ					1						1
Thyatiridae	トガリバガ科											
<i>Thyatira batis</i>	モントガリバ					1						1
<i>Habrosyne intermedia</i>	ヒメウスベニトガリバ		2			1						4
<i>Habrosyne pyritoides</i>	アヤトガリバ		4			1						5
<i>Tethea ampliata</i>	オオバトガリバ		3									3
<i>Tethea consimilis</i>	オオマエベニトガリバ		1			1						1
<i>Parapsestis argenteopicta</i>	ギンモントガリバ		1									1
Geometridae	シヤクガ科											
<i>Hemistola dijuncta</i>	ヘリクロテンアオシヤク							2				2
<i>Praethera anomala</i>	ミヤマクロオビナミシヤク		2									2
<i>Photoscotia atrostrigata</i>	ネグロウスベニナミシヤク							5				5
<i>Gandaritis agnes</i>	キガシラオオナミシヤク											8
<i>Gandaritis fixsemi</i>	キマダラオオナミシヤク					1	1	1				4
<i>Eustroma melancholicum</i>	ハガタナミシヤク		2			2						4
<i>Eustroma reticulatum</i>	アミメナミシヤク			1								1
<i>Eustroma aerosum</i>	キアミメナミシヤク						1					1
<i>Sibatania mactata</i>	ビロードナミシヤク			1		1						2
<i>Dysstroma cinereata</i>	フタデンナガシロナミシヤク							13				13
<i>Lomographa temerata</i>	バラシロエダシヤク		1			3						4

表2 b. ライトトラップで採集されたチョウ目

学名	和名	FM 草木				FM 中苗圃				合計
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	小計	
<i>Taeniophila unio</i>	ミスジシロエダシヤク		1							1
<i>Euchristophia cumulata</i>	ウスオビヒメエダシヤク				3					3
<i>Myrieta angelica</i>	クロミスジシロエダシヤク						10			10
<i>Petelia rivulosa</i>	コトビスジエダシヤク				1					1
<i>Chiasmia hebesata</i>	ウスオエダシヤク				1					1
<i>Arichanna albomaculata</i>	シロホシエダシヤク		4							4
<i>Heterarnia charon</i>	ナミガタエダシヤク		1				1			2
<i>Arichanna melanaria</i>	キシタエダシヤク			4						4
<i>Alcis angulifera</i>	ナカウスエダシヤク					4				4
<i>Alcis medialbifera</i>	ヒメナカウスエダシヤク						13			13
<i>Hypomecis roboraria</i>	ハミスジエダシヤク				1					1
<i>Rikiosatoa grisea</i>	フタヤマエダシヤク						1			1
<i>Hypomecis lunifera</i>	オオバナミガタエダシヤク				1					1
<i>Custata stipitata</i>	セプトエダシヤク		10	3						13
<i>Descoreba simplex</i>	ハスオビエダシヤク		2							2
<i>Menophra senilis</i>	ウスクモエダシヤク		3			2				5
<i>Epholca arenosa</i>	サラサエダシヤク			5						5
<i>Odonoptera aurata</i>	キイロエダシヤク		1							1
<i>Odonoptera arida</i>	エダシヤク						1			1
<i>Endropiodes indictinarius</i>	モミヅツマキリエダシヤク		1				1	24		25
<i>Selenia tetralunaria</i>	ムラサキエダシヤク		1			1				2
<i>Plagodis pulveraria</i>	コナフキエダシヤク		3							3
<i>Endropiodes abjectus</i>	ツマキリエダシヤク		3							3
<i>Plagodis dolabraria</i>	ナカキエダシヤク		4							4
<i>Ourapteryx japonica</i>	フトスジツバメエダシヤク		3	3			1			7
<i>Ourapteryx nivea</i>	ウスキツバメエダシヤク							1		1
Lasiocampidae	カレハガ科									
<i>Somadasya breviventis</i>	ギンモンカレハ		1	6						7
<i>Takanea excisa</i>	ミヤケカレハ					1				1
<i>Dendrolimus superans</i>	ツガカレハ		1	1						2
<i>Euthrix albomaculata</i>	タケカレハ					3				3
Eupteroidae	オビガ科									
<i>Apha aequalis</i>	オビガ						5			5
Saturniidae	ヤマムユガ科									
<i>Antheraea yamamai</i>	ヤマムユ						3			3
<i>Saturnia jonassii</i>	ヒメヤマムユ							6		6
<i>Saturnia japonica</i>	クスサシ						6	1		7
<i>Actias artemis</i>	オオミズアオ		1	2	4					7
<i>Aglia tau</i>	エゾヨツメ		4							4

表 2 c. ライトトラップで採集されたチヨウ目

学 名	和 名	FM 草木				FM 府中苗圃				合計		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	小計			
Brahmaeidae												
<i>Brahmaea japonica</i>	イボタガ科		1									1
Sphingidae												
<i>Meganoton analis</i>	イボタガ											1
<i>Agrius convolvuli</i>	スズメガ科											1
<i>Sphinx caliginea</i>	エゾシモフリスズメ				1							1
<i>Ambulyx japonica</i>	エビガラスズメ		3	6	2			2				2
<i>Ambulyx ochracea</i>	クロスズメ		2	3								11
<i>Marumba sperchius</i>	フトオビホソバスズメ											5
<i>Mimas christophi</i>	ホソバスズメ				1							1
<i>Acosmeryx naga</i>	クチハスズメ											1
<i>Ampelophaga rubiginosa</i>	ヒサゴスズメ				1							1
<i>Macroglossum pyrhosticta</i>	ハネナガアブドウスズメ		20	20	6							46
<i>Macroglossum saga</i>	クルマスズメ				3							3
<i>Theretra japonica</i>	ホシホウジャク				1							1
Notodontidae	クロホウジャク											3
<i>Stauropus fagi persimilis</i>	コスズメ							2				1
<i>Cnethodonta grisescens</i>	シヤチホコガ科											1
<i>Harpia umbrosa</i>	シヤチホコ		1	1								2
<i>Gangaridopsis citrina</i>	シヤチホコガ		2	5								7
<i>Rabata cristata</i>	バイバラシロシヤチホコ				1							1
<i>Rabata splendida</i>	ギンシヤチホコ		3	6								9
<i>Notodonta stigmaticea</i>	アカシヤチホコ				2							2
<i>Drymonia dodonides</i>	セダカシヤチホコ				1							1
<i>Togopterix velutina</i>	アオセダカシヤチホコ				1							1
<i>Hagapteryx admirabilis</i>	トビスジシヤチホコ				1							1
<i>Spatalia jezoensis</i>	トビスジシヤチホコ		20	22								42
<i>Spatalia dives</i>	タテスジシヤチホコ		2									2
Lymantriidae	ハガタエグリシヤチホコ											2
<i>Laelia coenosa</i>	エゾギンモンシヤチホコ				1							1
<i>Lymantria dispar</i>	ギンモンシヤチホコ											1
<i>Lymantria monacha</i>	ドクガ科											1
<i>Arna pseudoconspersa</i>	スゲドクガ							1				1
Arctidae	マイマイガ											1
<i>Eilema aegrota</i>	ノネマイマイ				1							2
<i>Ghonia collioides</i>	チャドクガ				2							2
<i>Lithosia quadra</i>	ヒトリガ科											2
<i>Ghonia gigantea</i>	キシタホソバ				1							1
<i>Cyana hamata</i>	キマエクロホソバ				4							36
	ヨツボシホソバ				2							4
	キベリネズミホソバ				6							6
	アカスジシロコケガ				1	5						6

表2 d. ライトトラップで採集されたチヨウ目

学名	和名	FM 草本				FM 中苗圃				合計
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	小計	
<i>Spilarctia seriatopunctata</i>	スジモンヒトリ	1	3							4
<i>Spilosoma lubricipedum</i>	キハラゴマダラヒトリ			1						1
<i>Rhyarioides amurenensis</i>	ホシベニシタヒトリ		2							2
<i>Eilema</i> spp.	<i>Eilema</i> 属			14						14
Noctuidae	ヤガ科									
<i>Nacna malachitis</i>	ニッコウアオケンモン		1							1
<i>Moma alpinum</i>	ゴマケンモン		1							2
<i>Acronicta major</i>	オオケンモン			1						1
<i>Platycleptis tegminalis</i>	ハイイロケンモン			2						2
<i>Viminia rumicis</i>	ナシケンモン			1						2
<i>Stenoloba jankowskii</i>	シロスジキノコヨトウ				2					2
<i>Helicoverpa armigera</i>	オオタバコガ					2				2
<i>Euxoa</i> spp.	<i>Euxoa</i> 属									
<i>Agrotis ipsilon</i>	タマナヤガ				2				1	3
<i>Hermonassa cecilia</i>	クロクモヤガ	26				51				77
<i>Albocosta triangularis</i>	コキマエヤガ		1	2						3
<i>Hermonassa arenosa</i>	ホシボシヤガ			2						3
<i>Sineugraphe exusta</i>	カバスジヤガ			1			1			1
<i>Sineugraphe bipartita</i>	ウスイロカバスジヤガ			4		5				9
<i>Diarsia deparca</i>	コウスチヤヤガ					1				1
<i>Diarsia pacifica</i>	アカフヤガ					6				6
<i>Xestia c-nigrum</i>	シロモンヤガ									3
<i>Xestia efflorescens</i>	キシタミドリヤガ			1		8				9
<i>Xestia semihirbida</i>	ハイイロキシタヤガ			3		2				5
<i>Orthosia evanida</i>	カバキリガ									2
<i>Perigrappa hoenei</i>	スギタニキリガ	2								2
<i>Clavipalpula aurariae</i>	キンイロキリガ									2
<i>Egira saxea</i>	ケンモンキリガ	3								3
<i>Orthosia gothica</i>	カシワキリガ	7								7
<i>Anorthoa angustipennis</i>	ホソバキリガ	1								1
<i>Mythimna pallens</i>	ホソバキリガ	1								1
<i>Brachionycha nubeculosa</i>	タンボキヨトウ			1						1
<i>Xanthia togata</i>	エゾモクメキリガ	11	1							12
<i>Telorta edentata</i>	キイロキリガ							2		2
<i>Telorta divergens</i>	キトガリキリガ							1		1
<i>Antivaleria viridimacula</i>	ノコムトガリキリガ							4		4
<i>Gortyna fortis</i>	ゴボウトガリヨトウ							2		2
<i>Triphaenopsis lucilla</i>	シロホシキシタヨトウ							1		1
<i>Euptexidia angusta</i>	ホソバミドリヨトウ							1		1

表 2 e. ライトトラップで採集されたチヨウ目

学 名	和 名	FM 草木				FM 府中苗圃				合計
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	小計	
<i>Dipterygina cupreotincta</i>	ウスクロクモクメヨトウ	1								1
<i>Karana laetevirens</i>	アオアカガネヨトウ			1						1
<i>Dypterygia caliginosa</i>	クロクモクメヨトウ			2						2
<i>Athetis lineosa</i>	シロモンオビヨトウ									1
<i>Euplexia illustrata</i>	シラオビアカガネヨトウ		1							1
<i>Spodoptera litura</i>	ハスモンヨトウ			4	1					5
<i>Amphipyra pyramidea</i>	シマカラスヨトウ		5	1						6
<i>Amphipyra monolitha</i>	オオシマカラスヨトウ			1	1					1
<i>Amphipyra livida</i>	カラスヨトウ			1	2		1			4
<i>Amphipyra schrenckii</i>	ツマジロカラスヨトウ			3	4					4
<i>Orthogonia sera</i>	ノコメセダガヨトウ			1	1					1
<i>Cosmia trapezina</i>	イタヤキリガ			1	1					1
<i>Chasminodes cilia</i>	ウススジギンガ			1	1					1
<i>Sphragifera sigillata</i>	マルモンシロガ			3	5					5
<i>Calloplistria reptata</i>	マダラツマキリヨトウ		1							1
<i>Hadjina biguttula</i>	フタテンヒメヨトウ			1	1					1
<i>Gadirtha impingens</i>	ナンキンキノカワガ			1	1					1
<i>Pseudoips prasinanus</i>	アオスジアオリンガ		1							1
<i>Abrostola triplasia</i>	イラクサマダラウワバ			1	1					1
<i>Thysanoplusia intermixta</i>	キクキンウワバ									1
<i>Ctenoplusia albostrigata</i>	エゾキクキンウワバ			2	2					2
<i>Ctenoplusia agnata</i>	ミツモンキンウワバ			5	7					7
<i>Ctenoplusia ichinosei</i>	ニシキンウワバ			5	6			2		8
<i>Chrysodeixis eriosoma</i>	イチジクキンウワバ			4	4					4
<i>Catocala fraxini jezoensis</i>	ムラサキシタバ			1	1					1
<i>Catocala dula</i>	オニベニシタバ		2	3	10	1				16
<i>Catocala nivea</i>	シロシタバ			4	4					4
<i>Catocala lara</i>	オオシロシタバ			1	1					1
<i>Catocala fulminea</i>	ワモンキシタバ		1							1
<i>Catocala dissimilis</i>	エゾシロシタバ			5	6					11
<i>Catocala duplicata</i>	マメキシタバ			1	1					1
<i>Catocala jonassii</i>	ジヨナスキシタバ		4	7	4	6				14
<i>Catocala patala</i>	キシタバ			4	4					11
<i>Catocala praegnax</i>	コガタキシタバ			3	3					3
<i>Catocala nubila</i>	ゴマシオキシタバ			11	11					11
<i>Ercheia umbrosa</i>	モンムラサキクチャバ		3	2	5	1				5
<i>Lagoptera juno</i>	ムクゲコノハ			2	2	1				3
<i>Arcte coerula</i>	フクラスズメ			2	2					3
<i>Chrysorithrum amatum</i>	カクモンキンシタバ		2	1	1					3

表7 b. ライトトラップで採集されたその他の昆虫

学名	和名	FM 草木					FM 府中苗圃					合計						
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	小計	4月	5月		6月	7月	8月	9月	10月	小計
<i>Vespa xanthoptera</i>	キイロスズメバチ							2										2
<i>Vespa analis</i>	コガタスズメバチ																	1
<i>Vespula lewisi</i>	クロスズメバチ																1	1
Apidae	ミツバチ科																	1
<i>Apis mellifera</i>	セイヨウミツバチ																	1
	合計	0	40	20	21	48	27	36	192	0	13	0	11	32	6	5	67	259
	科数	0	5	5	9	10	8	2	20	0	7	0	4	14	6	4	19	32

表9. 黒色衝突板トラップで採集されたその他の昆虫

学名	和名	FM 草木				FM 府中				小計	合計						
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	10月								
[ORTHOPTERA バッタ目]																	
Oecanthidae																	
<i>Oecanthus longicauda</i>	カンタン科											1					
Mogoplistidae																	
<i>Ornebius kanetataki</i>	カネタタキ科											1					
Gryllacridae																	
<i>Nippancistriger testaceus</i>	コロギス科		1									2					
Tettigoniidae																	
<i>Tettigonia orientalis</i>	ハネナシコロギス科											1					
[DERMAPTERA ハサミムシ目]																	
Forficulidae																	
<i>Anechura japonica</i>	クギヌキハサミムシ科											1					
[HEMIPTERA カメムシ目]																	
Coreidae																	
<i>Acanthocoris sordidus</i>	コブハサミムシ科											1					
Cercopidae																	
<i>Tilophora flavipes</i>	ハリカメムシ科											1					
<i>Yezophora major</i>	ホオズキカメムシ科											1					
<i>Cercopidae</i> sp.	アワフキムシ科											1					
Ricanidae																	
<i>Pochazia fuscata</i>	マツアワフキ科											1					
[NEUROPTERA アミメカゲロウ目]																	
Chrysopidae																	
<i>Chrysoxa nipponensis</i>	オオアワフキ科											1					
[DIPTERA ハエ目]																	
Tipulidae																	
<i>Dictenidia pictipennis</i>	アゴロモ科											1					
<i>Tipulidae</i> sp.	アミメカゲロウ科											1					
Tabanidae																	
[HYMENOPTERA ハチ目]																	
Siricidae																	
<i>Urocerus japonicus</i>	クサカゲロウ科											1					
<i>Sirex nitobei</i>	ニッポンクサカゲロウ科											1					
Sphecidae																	
<i>Bembicinus hungaricus</i>	ガガンボ科											1					
Braconidae																	
<i>Vespa xanthoptera</i>	ガガンボ科 sp											2					
Andrenidae																	
<i>Apis mellifera</i>	アブ科											6					
	キバチ科											2					
	ニホンキバチ											2					
	ニトベキバチ											1					
	ジガバチ科											2					
	ヤマトハナダカバチモドキ											1					
	ヒメバチ科											6					
	コマユバチ科											2					
	スズメバチ科											4					
	キイロスズメバチ											1					
	ヒメハチバチ科											4					
	ミツバチ科											1					
	セイヨウミツバチ											1					
	合計	0	4	2	5	10	7	3	31	1	1	1	0	2	5	11	42
	科数	0	3	2	3	6	5	3	13	1	1	1	0	2	4	9	18

表10. 水生昆虫用トラップで採集された昆虫

学 名	和 名	FM 草木					合計
		4月	5月	6月	7月	8月	
[Ephemeroptera カゲロウ目]							
Potamanthidae	カワカゲロウ科						
<i>Potamanthus formosus</i>	キイロカワカゲロウ			3			3
Ephemerellidae	マダラカゲロウ科						
<i>Ephemerella denticula</i>	ホソバマダラカゲロウ	1					1
Heptageniidae	ヒラタカゲロウ科						
<i>Epeorus uenoi</i>	ウエノヒラタカゲロウ		1				1
<i>Epeorus hiemaris</i>	オナガヒラタカゲロウ			1			1
<i>Epeorus aseculus</i>	キイロヒラタカゲロウ			5			5
<i>Epeorus latifolium</i>	エルモンヒラタカゲロウ			3			3
<i>Ecdyonurus sp.</i>	タニガワカゲロウ属			7			7
Leptophlebiidae	トビイロカゲロウ科						
<i>Paraleptophlebia sp.</i>	トビイロカゲロウ属			2			2
Baetidae	コカゲロウ科						
<i>Procladius sp.</i>	ヒメウスバコカゲロウ属	3		1			4
<i>Baetis sp.</i>	コカゲロウ属		1				1
Siphonuridae	フタオカゲロウ科						
<i>Siphonurus sp.</i>	フタオカゲロウ属		1				1
[Odonata トンボ目]							
Gomphidae	サナエトンボ科						
<i>Lanthus fujiacus</i>	ヒメクロサナエ				2	1	3
[Trichoptera トビケラ目]							
Phryganeidae	トビケラ科						
<i>Eubasilissa regina</i>	ムラサキトビケラ	1					1
PhryganopsyChidae	マルバネトビケラ科						
<i>Phryganopsyche sp.</i>	マルバネトビケラ属			1		3	4
Lepidostomatidae	カクツツトビケラ科						
<i>Goerodes sp.</i>	カクツツトビケラ属		1	17	38		56
Hydropsychidae	シマトビケラ科						
<i>Hydropsyche sp.</i>	シマトビケラ属				2		2
<i>Parapsyche sp.</i>	シロフツヤトビケラ属					1	1
Stenopsychidae	ヒゲナガカワトビケラ科						
<i>Stenopsyche marmorata</i>	ヒゲナガカワトビケラ			2	1		3
Odontoceridae	フトヒゲトビケラ科						
<i>Psilotreta kisoensis</i>	フタスジキントビケラ					1	1
[Plecoptera カワゲラ目]							
Scopuridae	トワダカワゲラ科						
<i>Scopura montana</i>	ミネトワダカワゲラ		1	1	1		3
Perlidae	カワゲラ科						
<i>Niponiella limbatella</i>	ヤマトカワゲラ	1		22	15	11	49
<i>Kamimura sp.</i>	カミムラカワゲラ属			1		1	2
Nemouridae	オナシカワゲラ科						
<i>Nemoura sp.</i>	オナシカワゲラ属		1	3	3	2	9
<i>Nemouridae sp.</i>	オナシカワゲラ科 sp	1					1
[Diptera ハエ目]							
Tipulidae	ガガンボ科						
<i>Tipura sp.</i>	ガガンボ属					1	1
[Coleoptera 甲虫目]							
Hydrophilidae	ガムシ科						
<i>Hydocassis lacustris</i>	マルガムシ					1	1
Elmidae	ヒメドロムシ科						
<i>Neorihelmis kurosawai</i>	クロサワドロムシ			3			3
	合 計	7	6	70	63	23	169
	種 数	5	6	14	7	10	27
	科 数	5	5	8	7	9	19

研究資料

東京農工大学森林系 FM における社会貢献活動 (1997~2006)*¹熊倉 充*²・木下 浩幸*²・金子 稔*³・桑原 誠*³・岸 洋一*^{4,5}Social Contribution Operated at TUAT University Forests from 1997 to 2006*¹Mitsuru KUMAKURA*², Hiroyuki KINOSHITA*², Minoru KANEKO*³,
Makoto KUWABARA*³ and Yoichi KISHI*^{4,5}

Social contribution operated at the TUAT University Forests was found out from 1997 to 2006. The participants had increased year after year and reached more than 32,000 persons in 2006, most of which were noted at the University Forest - Karasawasan. The principal participants at the University Forest - Karasawasan in 2006 were 20,700 persons basking in the forest, 6,100 hikers, 4,000 joggers of high school students and 900 hikers of the whole high school. The participants at the University Forests-Ooyasan, Kusaki and Chichibu were very few. All users for the purpose of education and research were about 2,200 persons at the University Forests in 2006.

Keywords : Social contribution, participant, basking in the forest, hiker, jogger

東京農工大学森林系 4 FM における社会貢献活動が、1997~2006年の期間まとめられた。その参加者数は年々増加して2006年には32,000人となり、ほとんどがFM唐沢山において記録された。FM唐沢山における2006年の主要な参加者は、森林浴散歩者が20,700人、ハイカーが6,100人、ジョギングの高校生が4,000人、全校ハイキング参加者が900人であった。FM大谷山、FM草木、FM秩父では、その参加者は少なかった。なお、教育と研究を目的とした利用者は、森林系 4 FM 全体で2,200人であった。

キーワード：社会貢献，参加者，森林浴散歩者，ハイカー，ジョギング

1. はじめに

東京農工大学の森林系 4 FM (フィールドミュージアム, 旧称演習林) は群馬県 (大谷山, 草木), 栃木県 (唐沢山) および埼玉県 (秩父) にあり, 教育・研究活動を中心に運営され, 主に学生・院生・教員に利用されてきた。しかし近年は, 自然がよく保存されている FM を教育・研究以外の活動で利用する一般市民が急増しており, その傾向は FM 唐沢山で特に著しい。

このような活動の実態を調べたところ, ほとんどが社会貢献活動に含まれていた。大学の使命の 1 つとして社会貢献活動が注目されてきたので, 森林系

FM における最近10年間の社会貢献活動を記録に残したい。なお, FM 大谷山は FM 草木来訪者の主に宿泊施設・連絡場所として利用されることが多いので, 独立した FM として扱わずに FM 大谷山・草木と記述した。

2. 調査地および調査方法

2.1. 調査地の概要

2.1.1. FM 唐沢山

FM 唐沢山は, 栃木県佐野市栃本にあり, 里山の典型である。近隣では名高い唐沢山神社に隣接し, 足利市, 栃木市などに近接しており, 県立自然公園の一部に指定されている。環境省の首都圏自然歩道

*¹ Received Dec. 12, 2006 ; Accepted Feb. 13, 2007

*² 東京農工大学農学部附属 FS センター・FM 唐沢山 : Field Musium Karasawasan, TUAT Field Science Center

*³ 東京農工大学農学部附属 FS センター・FM 大谷山 : Field Musium Ooyasan, TUAT Field Science Center

*⁴ 東京農工大学農学部附属 FS センター : TUAT Field Science Center, Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan

*⁵ Corresponding author

「関東ふれあいの道」がFMの主稜線を通り、道からは関東平野を一望の中に収めることができる。入口には古い木造の宿泊施設がある。

面積は162 haであり、標高90~270 mの山地である。年平均気温は14.1℃、年降水量は1,279 mmである。

スギ、ヒノキ、アカマツなどの人工林が約55%を占める。天然性の広葉樹は豊富に分布し、温帯性のコナラ、クリ、リョウブ、オノオレカンバなどが、また暖帯性のスダジイ、ウラジロガシなどが見られる。植物相、昆虫相も豊富である。数億年前（三畳紀）の地層が露出しており、地質、古生物等の実習が恒常的に行われている。

2.1.2. FM 草木

FM 草木は、群馬県みどり市東町草木にあり、深山の典型である。面積は415 haであり、標高は650~1,150 mの範囲にあり、一部は亜高山帯に属する。年平均気温は13.8℃、年降水量は1,346 mmである。

スギ、ヒノキ、アカマツなどの人工林が約48%を占める。天然性の広葉樹は豊富に分布し、ナラ類、カンバ類、シオジなどが混生する。植物相、昆虫相も豊富である。

2.1.3. FM 秩父

FM 秩父は、埼玉県秩父市大滝にあり、亜高山帯に属する。面積は234 haであり、標高は800~1,464 mの範囲にある。年平均気温は9.0℃、年降水量は1,298 mmである。

スギ、ヒノキなどの人工林が約36%を占め、その他は広葉樹の二次林でコナラ、ミズナラ、クリなどが見られる。昆虫・哺乳類・鳥類などの動物相は豊富である。

林道の終点から急峻な山道を約1時間登らないとFM 秩父に到着しないので、一般市民の利用はほとんどない。

2.2. 調査方法

社会貢献実績（人）を推計するため、下記の方法を採用した。

森林浴散歩者数：1997~2005年は、FM 唐沢山に駐在する技術員（故松崎秀司、熊倉充）の推計数と平成11年度卒業論文（松井章二）の各季節1日の実数調査をもとに、総数を推計した。2006年は、防犯カメラのビデオを解析し、各月中旬の土曜または日曜1日と平日1日の実数調査をもとに、各月の実数を推計し、1年分を集計した。

関東ふれあいの道ハイカー数：1997~2005年は、現地に駐在する技術員の推計数と平成11年度卒業論文（松井章二）の各季節1日の実数調査をもとに、総数を推計した。2006年は、現地に駐在する技術員（熊倉充、木下浩幸）による各月の推計数をもとに、1年分を集計した。

ジョギングの高校生数：1997~2006年に、現地に駐在する技術員の推計数をもとに、総数を推計した。

中学全校ハイキング、森林ボランティア、2000年記念の森、森派、公開講座などの参加者数は、FM 利用申請書をもとに、総数を集計した。緑化工研修者は、主催者に聞き取り調査をした。

なお、森林浴散歩者や公開講座など、同一人が例えば3日参加した場合、3人が参加したと記録した。

3. FM 唐沢山における社会貢献活動

3.1. 森林浴散歩

FM 唐沢山は自然がよく保存され、林道が整備され、ゴミがほとんど無くて気持ち良く、トイレが利用できるため、FM 周辺的一般市民の散歩者がたいへん多い。山裾に車を置き、山頂の唐沢山神社へ登り、FM の林道を通って下山するのが普通のコースである。所要時間は約1時間である。

1997~2005年の散歩者数は、現地技術員の推計では年間通して1日平均17~20人であった。それに365日を掛けると、年間6,000~7,000人の散歩者数と推計された（表-1）。

1999年は春・夏・秋・冬の各季節の1日に、10人前後の調査者を林道の要所に配置し、FM を通過する散歩者の実数を調査し、各季節の日数を掛けたところ、森林浴散歩者は年間6,642人と推計され（松井 2000）、現地技術員の推計値とほぼ同数であった。

その後、散歩者は激増していたので、防犯カメラが設置されたのを機に録画ビデオを解析してみた。土曜または日曜の実数に土日祭日数を、平日の実数に平日数を掛け、各月の散歩者数を推計した（表-2）。各月の推計数を集計すると、散歩者数は年間20,678人となった。5月から10月にかけて散歩者は多く、山菜取りが多い5月、夏休みの8月、きのこ取りが多い10月には2,000人を越えた。1日の散歩者数の年間平均は、土日には66人、平日には52人であった。散歩者の50%以上は、朝6~10時にFM

表-1. 森林系 FM における社会貢献実績（人）

FM	区 分	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
唐沢山	森林浴散歩者	6,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	20,678
	ふれあいの道ハイカー	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	6,359
	ジョギングの高校生	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	4,000
	全校ハイキング参加者		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	900	1,000	900	900
	緑化工研修者	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	森林ボランティア参加者	94	100	110	170	36	200	153	30		
	2000年記念の森参加者			40	320	194	82	137	60	20	53
	森派参加者									396	126
	つる切り参加者			30	46	23	24	24	22	24	22
	教職員・公務員研修者			40	79	36	2				
	山火事訓練の消防団員						134			113	
	市民同好会参加者			330	50	210					
	サークル活動の高校生				177	172					10
	教育委員会行事参加者					50					
朝日新聞教養教室参加者				56							
小 計		17,194	19,200	19,706	19,942	19,955	19,408	19,314	19,212	19,553	32,248
大谷山 ・草木	公開講座受講生	117	105	96	102	120	120	120	84	72	
	公務員研修者						7			2	
	教育委員会行事参加者										59
小 計		117	105	96	102	120	127	120	84	74	59
秩父	公開講座受講生			108	90						
計		17,311	19,305	19,910	20,134	20,075	19,535	19,434	19,296	19,627	32,307

を通過した。1グループ6人以上の集団は1日2～3グループであり、それより小人数のグループがほとんどであった。

3.2. 関東ふれあいの道ハイキング

東武線田沼駅にて下車し、1～2時間かけて山頂の唐沢山神社へ登り、FM唐沢山の稜線を通る関東ふれあいの道を通して北関東方向へハイキングするのが普通のコースである。FM内での所要時間は約1時間である。首都圏から来るハイカーが多い。

1997～2005年のハイカー数は、現地技術員の推計では年間通して1日平均15人前後であった。それに365日を掛けると、年間5,000人のハイカー数と推計された（表-1）。

1999年は春・夏・秋・冬の各季節の1日に、10人前後の調査者をふれあいの道の要所に配置し、FMを通過するハイカーの実数を調査し、各季節の日数を掛けたところ、ハイカー数は年間6,951人と推計され（松井 2000）、現地技術員の推計値を上回った。

その後ハイカー数は明らかに増加していたので、2006年は現地技術員はふれあいの道を可能な限り観察し、各月の1日の平均ハイカー数を記録し

た。すなわち、平日1日の平均ハイカー数は、1月は10人、2月は8人、3月は12人、4月は15人、5月は25人、6月は20人、7月は25人、8月は30人、9月は20人、10月は25人、11月は10人、12月は8人と推計され、それらに各月の日数を掛けて集計すると、年間のハイカー総数は6,359人と推計された（表-1）。前述したように森林浴散歩者は平日よりも土日祭日に多かったので、ハイカー数は実際はもっと多かったと推察される。

森林浴散歩者と関東ふれあいの道ハイカー（男性169人、女性101人）に対して、松井（2000）によって利用頻度調査が行われた。FM唐沢山に来る頻度は、毎日（男性21%-女性23%）、週2-3回（10-8）、週1回（24-15）、月2-3回（8-5）、月1回（18-9）、年3-5回（6-20）、年1-2回（5-8）、初めて（8-13）であった。週1回以上来る常連は約50%、それ以下の不特定の来訪者は約50%であった。

3.3. 高校生のジョギング

近く的高等学校の運動系サークルに属する高校生が、昼休みや放課後にFM唐沢山の林道をジョギングして走り抜けていた。1997～2005年の高校生数

表-2. 土日祭日と平日別の森林浴散歩者数 (人)

調査日	時 間 帯				各月推計数		
	2006年	6~10	10~14	14~18	計	日数	人数
1 / 15 (日)	24	17	2	43	11	473	1,133
16 (月)	20	12	1	33	20	660	
2 / 11 (土)	28	21	3	52	8	416	1,216
14 (火)	24	13	3	40	20	800	
3 / 25 (土)	21	16	5	42	9	378	1,236
28 (火)	17	19	3	39	22	858	
4 / 23 (日)	32	21	11	64	10	640	1,800
24 (月)	35	16	7	58	20	1,160	
5 / 14 (日)	45	29	26	100	11	1,100	2,700
15 (月)	39	30	11	80	20	1,600	
6 / 17 (土)	36	24	19	79	8	632	1,820
19 (月)	31	19	4	54	22	1,188	
7 / 9 (日)	40	26	14	80	11	880	1,960
10 (月)	33	18	3	54	20	1,080	
8 / 5 (土)	40	31	7	78	8	624	2,303
4 (金)	39	29	5	73	23	1,679	
9 / 9 (土)	33	36	2	71	10	710	1,870
8 (金)	31	25	2	58	20	1,160	
10 / 14 (土)	63	20	12	95	10	950	2,042
13 (金)	30	15	7	52	21	1,092	
11 / 11 (土)	26	3	6	35	10	350	1,470
10 (金)	29	16	11	56	20	1,120	
12 / 10 (日)	25	22	7	54	10	540	1,128
11 (月)	22	5	1	28	21	588	
土日祭日平均	34	22	10	66		7,693*	
平日平均	29	18	5	52		12,985**	

*土日祭日合計値, **平日合計値

は、現地に駐在する技術員の推計数によると、1日平均30人で200日、年間総数6,000人と推計された(表-1)。恒常的な利用だったので、簡単な年間使用計画や連絡先を顧問の先生に書いてもらいなさいと高校生に伝えたところ、2006年には高校生は少なくなった。

3.4. 全校ハイキング

近くの佐野市立北中学校が、教育活動の一環として全校ハイキングを毎年行っている。中学生達は、自動車の来ない安全な関東ふれあいの道と林道を踏破する。引率教員・生徒850~950人と応援のPTA数十人とで、総数は900~1,000人となる。

3.5. 緑化工法の研修

東京農工大学農学部亀山 章教授が、林道の法面を使って各種の法面緑化工法の試験施工を行ってお

り、生物多様性に配慮した緑化工法の開発に役立てようとしている。行政の技術者や緑化工の施工関係者などが研修のために来訪しており、この法面緑化試験地は、情報発信の役割を果たしている。研修者は1年間に100人程度である。

3.6. アウトドア・ボランティアセミナー

FM唐沢山に隣接する栃木県唐沢青年の家において、栃木県教育委員会主催・東京農工大学共催の「アウトドア・ボランティアセミナー」が毎年開催されている。参加者数は年によって変動する(表-1)。趣旨は、自然愛護の観点からボランティアの果たす役割について考えるとともに野外活動におけるボランティアリーダーに必要な知識・技能を学ぶ、である。このセミナーは年1回、8~11月の土曜・日曜の2日間開かれる。土曜日の午後は東京農

工大学 FS センターの教員が担当し、育林作業、森の昆虫、森林と地球環境、山のきのこなど栃木県教育委員会の要請する課題を講義したり実習を指導する。日曜日は FM 唐沢山の技術員が担当し、下刈りや除間伐などの山のボランティア活動を 1 日中指導するのが恒例である。このセミナーは 2004 年に終了し、後述の森派が引き継いだ。

3.7. 2000 年記念の森

前述の「アウトドア・ボランティアセミナー」では、FM 唐沢山をフィールドにして、間伐、枝打ち、下刈りなどの育林作業が行なわれてきたが、単発的な作業でなく森林作業一切をやってみたいという意見が、熱心な受講者を中心に出された。翌年がたまたま西暦 2000 年だったので、2000 年記念の森の会が結成された。その趣旨は、林内での地ならしから植林、幼木時の手入れ、枝打ち等、成木になるまでをボランティアとして行い、次の世代への啓蒙を深める役割を持たせること、である。

東京農工大学には植栽場所の協力を求められた。そこで会と覚書を交わし、FM 唐沢山 8 林班は小班（0.52 ha）の林地を貸した。会は記念植樹して 2088 年までの計画を立て、その後森を熱心に管理・運営している（表-1）。ボランティアセミナーがどちらかと言うと官主導型のボランティア活動であったが、この 2000 年記念の森の会はまったくの民間団体であった。官主導でなく民間ボランティアに関心の深い、また自らも実践したかった林野庁林政部長（現役）も、超多忙にもかかわらず会員の一人であった。

3.8. 森派

東京農工大学地域生態システム学科森林科学コースの学生・院生・OB が森派なる自主ゼミを作った。主な活動とその目的は、FM 唐沢山において森林整備のボランティアをし、大学の講義で学んだ森林に関する様々な知識を実践を通してより深める、である。2005 年よりボランティア活動を実践するばかりでなく（表-1）、前述の 2000 年記念の森の会とともに、森を科学する面白さを地元の小中学生に知ってもらう「森の教室」を開設した。

3.9. つるかごの会

東京農工大学工学部の女性職員を中心に、つるかごの会が結成された。人数は多くないが毎年 1 回、FM 唐沢山の植栽木にからみつくるを切り払うボランティア活動を、長年実践している（表-1）。切り払ったつるは、リース等に活用されている。

3.10. 教職員・公務員の研修

教職員や地方公務員等は、定期的に研修を受けている。その研修項目の一つに、ボランティア活動の実践があり、自然志向の研修者は FM 唐沢山に実践場所を求め、下刈りや除間伐などを熱心に行っていく。

3.11. 消防団員による山火事訓練

100 人以上の消防団員を集めて多様な訓練をするには、FM 唐沢山は十分に広く、佐野消防署管内で屈指の場所と言われている。数年に 1 回は訓練が行われ、感謝されている。

3.12. 市民同好会

地元市町村には老人を中心に山歩き同好会があり、自然が保たれて安全かつ清潔な FM 唐沢山の林道は、格好のコースに選ばれている。また、唐沢山城主一族の墓がひっそりと目立たぬようにあり、歴史同好会が時々訪れ、草刈りなどしている。

3.13. 高校生サークル活動

FM 唐沢山の林道沿いの所要所に立てられた 31 枚の案内板は、森林をいろいろの角度から解説している。例えば、「森林を育む土壌」、「クスギの人工林」、「里山の猛禽類」などがテーマにされている。そのため、FM 唐沢山は、高等学校から小学校までの生物部や地質観察部等のサークル活動の格好の会場となり、場所の提供を依頼された。

3.14. 教育委員会行事

地元市町村教育委員会の要請で、青少年活動リーダー養成教室の会場に、場所の提供を依頼された。

3.15. 朝日新聞教養教室

新聞社が主催する自然関係の教養教室の実習会場に、場所の提供を依頼された。

4. FM 大谷山・草木における社会貢献活動

4.1. 公開講座

一般市民を対象とした公開講座が、夏休みなどを利用して各地の大学などで開催されている。東京農工大学農学部 FS センターも、1991 年から毎年夏休み期間に、群馬県にある FM 大谷山・草木を主会場にして公開講座を開講しているが、他大学等と異なる最大の特徴は、受講者を小中高等学校の教員に絞ったことである。その主な理由は、公開講座で学んだ森林に関する知識・体験を、教員を通じて子供達にさらに伝えてもらう波及効果を期待したからである。

次の特色は日程であり、学生宿舎を利用して 2 泊

3日と長期間に及ぶことである。その間、昼間は主に野外での実習・体験があり、夕食後は約2時間の講義・質疑がある。この娯楽性を排除したハードな内容が意外に好評で、受講希望者が募集人数を大きく上回る年が続いた1999年と2000年には、内容の異なる2回目の講座がFM秩父でも開かれ、総募集人数は70人となった(表-1)。

主テーマ「森のしくみ」は変わらないが、サブテーマ・講師陣は表-3に示したように毎回変わる。最近の教科書では、森林・林業に関する記載が少なくなっている。公開講座で得られた先生方のさまざまな体験が、生の声で生徒達に伝わることが期待された。なお、「森のしくみ」を主催したFSセンター教授の定年退職にともない、この公開講座は2005年で終了した。1991~1998年の実施内容は、森の公開講座(東京農工大学演習林編, 1999)に公表

されている。

4.2. 教職員・公務員の研修

教職員や地方公務員等は、定期的に研修を受けている。自主研修の課題として、北海道庁職員により東京農工大学森林系FMの森林認証が、群馬県庁職員により菌類相が選ばれ、調査された(表-1)。

4.3. 教育委員会行事

地元みどり市教育委員会の要請で、青少年活動リーダー養成教室の会場として、場所の提供を依頼された。

5. FM秩父における社会貢献活動

5.1. 公開講座

1999年と2000年に、4.1.と同様(テーマは別, 表-3)の公開講座が開催された。

林道の終点から急峻な山道を約1時間登らないと

表-3. 公開講座「森のしくみ」のテーマ(講師)と夜間講義(講師), 見学場所

回(年)	FM	テーマ(講師)	夜間講義(講師)	見学場所
7(1997)	大谷山・草木	植物の社会 (福島 司)	植物の社会(福島 司) 天然林と人工林(木平勇吉) 日本の松林の盛衰(岸 洋一)	足尾銅山鉍毒地 奥日光山王峠 戦場ヶ原
8(1998)	同上	森林と動物 (古林賢恒)	野生生物の保全(古林賢恒) 森林と二酸化炭素(木平勇吉) 森の小動物(岸 洋一)	足尾銅山鉍毒地
9(1999)	同上	木材・循環型資源 (服部順昭, 峰松浩彦)	循環型社会に貢献する木材(木平勇吉) 建築材の害虫(岸 洋一)	足尾銅山鉍毒地 プレカット工場 大型木造建築
10(1999)	秩父	木炭の製造と利用 (岸, 渡辺, 戸田)	日本の特用林産物(岸 洋一) きのこと木炭と森(渡辺直明) 森林の炭素循環と木炭(戸田浩人)	森林組合製炭工場 森林科学館 東大樹木園
11(2000)	大谷山・草木	さまざまな森の景観 (亀山 章)	さまざまな森の景観(亀山 章) 足尾山地の荒廃の概要(野口晴彦) 都市緑化木の衰退予防(岸 洋一)	戦場ヶ原, 菅沼 赤城山党満淵 足尾銅山鉍毒地
12(2000)	秩父	きのこの性格・役割・栽培 (渡辺)	山村振興と食用きのこ(岸 洋一) 森のきのこの生活と栽培(渡辺直明)	秋山種菌 ナメコ工場
13(2001)	大谷山・草木	森林の雨(小倉, 土器屋)	水はめぐる—森から海まで(小倉紀雄) 雨はどうして降るか(土器屋由紀子) 降水量と樹木の健康度(岸 洋一)	足尾銅山鉍毒地 環境学習センター
14(2002)	同上	育林(戸田浩人)	広葉樹試験地の図化法(戸田浩人) 保育作業と病虫害被害(岸 洋一)	環境学習センター 岩宿遺跡
15(2003)	同上	森林生物の多様性・治癒力(古林)	武蔵野の雑木林と農業(古林賢悟) 植生調査データとりまとめ法(古林賢悟)	足尾銅山鉍毒地 桐生市自然観察の森
16(2004)	同上	森林環境教育のすすめ(佐藤敬一)	森林環境教育とは(佐藤敬一) 木の成長を知る(佐藤敬一)	足尾銅山鉍毒地 環境学習センター
17(2005)	同上	森林と都会の昆虫 (岸 洋一)	森林と都会の土壌動物相(鳥田 順) 昆虫標本作成法(岸洋一)	足尾銅山鉍毒地 環境学習センター

表-4. 森林系 FM における実習、教育・研究、社会貢献別の利用者数（人）

FM	区 分	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
唐沢山	実習	-	-	431	637	632	682	734	839	841	757
	教育・研究	-	-	1,522	686	609	486	373	308	181	304
	社会貢献	17,194	19,200	19,706	19,942	19,955	19,408	19,314	19,212	19,553	32,031
大谷山・草木	実習	-	-	1,238	1,119	829	855	1,233	995	840	804
	教育・研究	-	-	542	611	549	427	741	402	274	183
	社会貢献	117	105	96	102	120	127	120	84	74	59
秩父	実習	-	-	60	38	0	0	139	132	121	117
	教育・研究	-	-	20	116	77	72	90	11	44	0
	社会貢献	0	0	108	90	0	0	0	0	0	0
4 FM 集計	実習	2,221	2,602	1,729	1,794	1,461	1,537	2,106	1,966	1,802	1,678
	教育・研究	578	625	2,084	1,413	1,235	985	1,204	721	499	487
	社会貢献	17,311	19,305	19,910	20,134	20,075	19,535	19,434	19,296	19,627	32,090
	合計	20,110	22,532	23,723	23,341	22,771	22,057	22,744	21,983	21,928	34,255

- : 4 FM の集計数のみ存在

FM 秩父に到着しないため、一般市民の利用はほとんど無い。

6. FM 全利用者に占める社会貢献活動の参加者

森林系 FM には、さまざまな目的の利用者が、利用申請書を提出する。それをもとに集計すると、利用者は3パターンに分類される。

実習利用者は、学科教員に引率された20~40人の団体で数日間滞在し、実習を体験していく。年間利用者数は、2006年にはFM唐沢山とFM大谷山・草木で各800人前後、FM秩父で100人前後となり、漸減傾向にある（表-4）。多くが東京農工大学に所属する。

教育・研究利用者は、卒業論文、修士論文、博士論文の資料採取や教員の研究のために、少人数で2~3日間滞在するのが普通のパターンである。年間利用者数は、2006年にはFM唐沢山とFM大谷山・草木で各200人前後であり、減少傾向にある（表-

4）。多くが東京農工大学に所属する。実習と教育・研究利用者は、合計すると2,200人前後になった。

社会貢献に含まれる利用者数は、FM唐沢山を中心に2006年には約32,000人となり、増加傾向にある（表-1, 4）。ほとんどが一般市民である。

森林系 FM は、これまで実習利用者や教育・研究利用者を主対象に運営されてきたが、全利用者の94%を占める社会貢献活動の参加者にも、今後配慮を増すことが望ましい。

引用文献

- 1) 松井章二（2000）散策利用を目的とした森林の管理手法。平成11年度東京農工大学農学部卒業論文，89 pp.
- 2) 東京農工大学演習林編（1999）森の公開講座。東京農工大学演習林，314 pp.

研究資料

多人数による pH の測定とその解釈：
フィールドサイエンス実験実習のための教材化原 宏^{*1}, 手塚 良子^{*1}, 佐藤 敬一^{*2}

Measurement of pH and its Interpretation as a Field Science Experiment

Hiroshi HARA ^{*1}, Yoshiko TETSUKA ^{*1} and Keiichi SATO ^{*2}

1. はじめに

広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター (FSセンター) は「フィールドサイエンス」に関する総合的な教育研究を推進するため、農学部附属していた農場、演習林、波丘地利用実験実習施設を統合して、平成12年に設立された。「フィールドサイエンス」とは総合的な学問領域であり、21世紀にむけて深刻化している環境・資源・食料などの問題解決のために、環境科学、森林科学、生物生産学、人文社会科学などの諸科学を統合した新しい理念とされている。このなかで、平成15年度よりフィールドで起こる多様で複雑な現象を総合的・学際的に追及する“フィールドサイエンス実験実習”が学部共通専門科目として開講されている。

フィールドミュージアム多摩丘陵 (FM多摩丘陵)、資源・物質循環分野はFSセンターの8つのフィールドミュージアム (FM) や5つの分野の一翼を担っており、その教育・研究を「フィールドサイエンス」の文脈の中できちんと位置づけ、「フィールドサイエンス」の創出、発展を目指すことが基本的な任務である。さらにフィールドサイエンス実験実習 (以下、FS実験実習) では「フィールドサイエンス」の教育に貢献することが重要な仕事である。この意味で、FS実験実習は「フィールドサイエンス」の志向とも密接に関係することが大切であり、その構造や構成の中に位置づけることが必要である。

ここでは平成15年の開講当初から実施している実験テーマ「降水などの pH の測定」を上記の流れの中で考察した。

2. 実験テーマの背景とねらい

実験テーマ「降水などの pH の測定」はFM多摩丘陵の実験設備、フィールドとの関連性、配当時間などを考えて、当座のテーマとして設定した。

そもそも pH の測定自体は化学の実験で基礎的なものである。降水、渓流水などの環境試料、さらには食品、家庭用品など身近なものの pH を測定してみるとという実験は小、中学生や市民グループの活動でもよく取り上げられている。しかし、そもそも FS 実験実習は「アグリ」、「バイオ」とともに「エコ」(環境) を旗印の一つに掲げている本学の2年生を対象とするものである。したがって、実験操作そのものは比較的単純で、しかもとっつきやすく、かつ、その実験結果から導かれる科学的意義は環境、さらには科学の基礎論にもつながっていく発展性と奥行きを持つことが望まれる。

pH は酸と塩基のバランスで決まる量なので、降水の pH は酸性雨の重要な指標である。この pH は簡易に測定できるので、環境教育でも広く測定される。pH の簡易測定は多くの利点があり、優れた体験的導入である。その結果は酸性雨の「基準」である pH 5.6 と比較して議論されることが多い。しかし、その議論には、酸または塩基に関する情報と理解が不可欠で、pH 単独では専門家でもきちんとした考察は困難である。そこでFM多摩丘陵ないし資源・物質循環分野が担当するFS実験実習の課題では pH を簡易測定することにした。ただ、単に値を云々するのではなく測定の精度の問題として展開し、測定そのものを考察する課題を考えた。

本研究では平成18年度の本学2年生の実験に供した結果を、FS実験実習としての pH 測定を教材化

*1 東京農工大学農学部附属 FSセンター

*2 東京農工大学大学院共生科学技術研究院

する観点から考察する。

2.1 酸性雨と pH

まず、pHを酸性雨の関係を整理した資料(原, 2002)を用意し、実験当日配布し、簡単に説明した。

2.1.1 酸性雨という環境問題と降水化学

酸性雨はその名からして降水の pH そのものの問題であり、「降水が酸性化すること」、さらに「降水の pH が酸性雨の基準値, 5.6以下になること」と考えがちである。たしかに、広辞苑(1998)には「大気汚染物質の窒素酸化物や硫黄酸化物が溶け込んで降る酸性の雨。水素イオン濃度指数(pH, ピーエイチ, のこと: 引用者注)が5.6以下。土壌・森林・湖沼などに被害を与える」と書いてあり、テレビや新聞などでも pH の値が話題になる。環境科学の専門書といわれるものでさえ、pH 5.6など、ある数値以下の pH を示す雨としているものがほとんどである。しかし、それは問題の核心を外しており、たまたま目に付いたほんの一部を本質だとする早飲み込みにすぎない。酸性雨については本誌で詳しく述べてあるが、実験と関係する部分を簡単に復習しておく。

酸性雨と呼ばれるこの環境問題は石油や石炭を工場、発電所、ビルのボイラー、あるいは自動車のエンジンの中などで燃やすことから始まる。このとき二酸化硫黄、窒素酸化物という大気汚染物質が大気へと出て行き、風に乗って流れていく。これらの汚染物は風に流されながら、硫酸や硝酸にかわる。これらはともに強い酸であってそれぞれ微粒子やガスの形で大気中に現れ、汚染が進むとこれらの酸の濃度も増加する。これを大気が「酸性化」したという。

大気中にある物質はガスやエアロゾルの形、そして雲などの水滴に溶解した形で存在する。酸もこの例外ではなく、硝酸のガス、硫酸のミスト(エアロゾル)、そして酸の水溶液としての雲や霧の水滴として存在し、水への溶解と、水の蒸発によるガス化、エアロゾル化によりこれらの形を行き来する。

これらの酸は風に乗って輸送されながら大気中に数日間滞留するが、最終的には地上に戻ってくる。このとき、発生源から500 km~2,000 km 程度も離れた遠いところにまでも輸送されて沈着する(Schwartz, 1989)。

硫酸や硝酸が地上に戻るコースは二つある。一つは風に乗ったまま地上に戻り、樹木、建物などの表面にくっつくものである。風に乗ってやって来るの

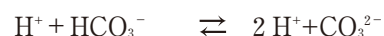
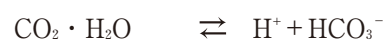
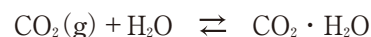
で傘をさしても防ぐことはできず、植物の葉の裏側にも沈着する。また、人間も例外ではなく呼吸とともに体内に吸い込まれ肺に沈着する。このように、大気と接している地上の物体の表面に、ガスやエアロゾルが大気から拡散して付着、吸収されるのを乾性沈着という。この沈着は「目にみえない酸性雨」といえるもので、地上に沈着する酸の半分は晴れた日にやってくる。この経路は、酸性雨という言葉から想像しにくいだけに、その存在をはっきりと頭に入れておきたい。この沈着は風の乱れで生じた渦に乗って地上に到達したガスやエアロゾルが、その渦の動きに従って四方八方、上下から地上にある物体に衝突し、その物体の表面に吸着、吸収される。重力による「降下」ではない。

もう一つのコースは水に溶けた状態で戻ってくるものである。雲を作っている水滴など、大気中にある水に溶け込んで、雨や霧などとして地上に到達する。この水に硫酸や硝酸がたくさん溶け込んでいると雨水は強い酸性を示すことがある。これは酸性雨の名の起こりでもある。これを湿性沈着という。大気中の硫酸の微粒子や硝酸のガスは、降っても照っても、地上にやって来るのである。

2.1.2 酸性雨における pH の問題点: pH 5.6 の意義

酸性雨をまだ「pH 5.6以下の雨」とするものがあるが、ある pH の値をもって酸性雨を定義するのは科学的に不可能であり、無意味でもある。

pH 5.6の根拠は、大気中の酸性物質はすべて人工汚染源によるものであり、唯一、二酸化炭素が例外的な自然源による酸性物質であるとの仮定にある。さらに、清浄な雨は純水であって、これが大気中の二酸化炭素(炭酸ガス)と平衡にあり、溶解して生成した炭酸とも平衡にあると仮定する。このときの化学平衡は次のようになり、二酸化炭素の大気濃度を用いると、炭酸による水素イオン濃度が算出でき、pH 5.6になる。ここで $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ は水和した CO_2 を示し、 H_2CO_3 と表すより実際の溶存状態を反映しているので溶液化学ではこう表記される。



しかし、大気中には自然発生源由来の酸性や塩基性の物質はたくさんある。火山からの二酸化硫黄、土壌からの炭酸カルシウムが代表的なものである。

以上を踏まえて、酸性雨を pH 5.6以下の雨とし

たときに取り落とすことになる事項を整理しておく (原, 2002)。そのうえで酸性雨を, pH 5.6 など, ある特定の pH 5.6 の値を酸性雨の基準とするかどうかは, 各人の判断に任せたい。

(1) 乾性沈着が認識されず, 無視される

大気中で生成した硫酸, 硝酸のうち, 湿性沈着するものだけに目がいており, 風に乗って沈着する乾性沈着が認識からすっぽり抜け落ちてしまう。地上に沈着する酸の半分は乾性沈着によるものであるが, pH 5.6 だけに目を向けてしまうと問題の半分は最初から無視してしまう結果になる。

(2) 沈着量の概念が無い

pH は水素イオンの濃度に対応する量であり, 重要な指標のひとつである。しかし, 水素イオンの沈着量の概念が考慮されない。環境要素に対する影響は濃度とともに沈着量でも効くと思われる。水素イオンについても降水量を乗じて沈着量を算出し, 濃度とともに評価すべきである。

(3) 水素イオン濃度でも評価することが必要である。

酸と塩基の中和など, 降水の化学を考察するときには pH 5.6 を水素イオン濃度に変換して議論することが必要である。硫酸イオン, 硝酸イオンなどのイオン濃度と定量的に直接の比較ができるのは pH 5.6 ではなく, 水素イオン濃度である。pH をそのまま見ても定量的な議論に進まない。

(4) 天然の雨の pH は pH 5.6 をはさんだある範囲にある

pH 5.6 は大気中の二酸化炭素だけを考慮した pH である。天然には火山からの SO₂, HCl や海洋から放出される硫黄化合物による硫酸など酸の発生源と, 塩基性の土壌粒子, 植物からのアンモニアなど塩基性物質が発生している。これを考慮すると pH 4.6 程度の低い値や pH 6 程度の値などが出ても不思議は無い。pH 5.6 は二酸化炭素だけを考慮したあるひとつの「基準」であり, その意義を過大評価してはならない。

Charlson と Rodhe (1982) は, 清浄地域の雨の pH を硫黄化合物の地球規模でのサイクルだけを考えると pH は pH 4.5~5.6 であると見積もっている。さらに自然発生源のアンモニアや炭酸カルシウムを考慮すると清浄地域の雨は pH 5.6 以上になる。

(5) pH 単独で議論しないで pA_i と相補的に考える

$pA_i = -\log ([SO_4^{2-}] + [NO_3^-])$ で定義される pA_i

の概念は「pH 5.6」だけで論じられることへの代案であり, 酸-塩基の基本に戻った提案である (Hara; 1993, Hara et al.; 1995, 原; 2002)。これは, 最初に酸があり, そこに塩基が加わり酸の一部が中和され残った酸による pH が観測されるとの考えに基づく。pA_i はこの中和がまったく起こらなかったときに予想される pH に相当するものである。

(6) 土壌中でのアンモニウムイオンの硝化も重要
アンモニアは大気中では塩基として働くが, 沈着したアンモニウムイオンは微生物による硝化により土壌中では酸として働く: $NH_4^+ + 2 O_2 \rightarrow 2 H^+ + NO_3^- + H_2O$ (van Breemen et al., 1982)。したがって pH にあわせて $pH_e = -\log ([H^+] + 2 [NH_4^+])$ を考察し, 硝化過程を考慮した評価も大切である。ここで H_e は水素イオンとして沈着するものと, 硝化により生成する水素イオンの和を示し, その濃度を pH と同じスケールで表したものである。つまり土壌にとっては pH_e で表される値と同じ値の pH の雨が降ったことになる。

(7) pH のデータは試料の捕集, 測定法とセットにする。

降水試料の捕集方法は容器が常時大気に開放されている常時開放型 (bulk sampler) と雨が降るときだけふたが開く降水時開放型 (wet-only sampler) に分類されるが, それぞれで試料の中身が異なり同一の基準で議論することができない (Vet; 1991, 北村・原; 1994)。また, 捕集期間が長くなると試料の変質が考えられ, 当然 pH も変化する。このほか, 簡易測定法を含めた, pH の測定機器の種類や, 捕集装置の設置場所も pH に影響を及ぼす因子である。同一の降水に対しても捕集方法が違っていると, pH はもとよりイオン濃度についても違った結果が出ることはよくある。

2.2 課題のねらい

溶液の酸性, 塩基性の尺度である pH は酸性雨の報道などでもよく出てくることばであり, 種々の簡易測定法もあるので, pH の測定自体は実験操作として非常にとっつきやすいと思われる。また, 降水は気象学, 陸水学, 水文学など伝統的な学問分科で古くから研究されており, 酸性雨など環境問題でも重要な研究対象である。もちろん降水の試料捕集はフィールドでの作業である。したがって「降水の pH の測定」を FS 実験実習の基本的な課題として検討した。

実験実習の課題であるこの pH 測定の意義も検討

した。そもそも、ある量を測定するという事は定量的取り扱いの第一歩であり、科学の基本でもある。日常生活でも長さ、時間など、さまざまな量を測定するので、測定それ自体は身近になっている。精密に考えると、測定値、真の値、誤差、さらに系統誤差、偶然誤差、かたより、ばらつきなど基本的な問題とも関係し、その理解と解釈は誤差論として統計学や物理学の基礎ともかかわっている（一瀬；1953, Taylor；2000）。

また、実際のモニタリングは多地点での測定になるので、多くの機関が分析に携わることが多い。このとき、各機関がそれぞれの「ものさし」を使っているが、その「目盛りあわせ」が行われる。この作業は相互比較プログラム（Intercomparison Program）と呼ばれ、標準試料など共通の試料を各分析機関に配布し、その分析値を集計してそれぞれの機関の「ものさし」を評価、校正するものである（Interim Science Advisory Committee, EANET, 2004）。これから科学としての奥行きや発展性は十分にあると思われた。

以上より、環境試料としての降水と溪流水の試料を全員で、複数回、測定し、その結果の解析や解釈

をおこなうことを目的とした。特に、「降水の pH の測定」は簡易測定であっても、環境科学的に意味があり、観測や測定の基礎論など理論的にも奥が深いと判断される（Hanson；1986, 相島；1992）。

3. 実験の実践方法

3.1 方法

平成18年度の「フィールドサイエンス実験実習」の一環として半日の課題を作成した。受講者は49名で、ひとつの班を4-5名とし、12班を編成（表1）した。この12班を3班ずつ4回に分けて平成18年8月8日と11日の二日をかけて実施した。試料の種類は降水と溪流水としたが、同一試料を各班に配布し、簡易型のデジタル pH メーターで各人が試料により3回または5回測定した。

3.1.1 試料

pH 測定の対象とした試料は降水試料 A, B の2種、溪流水 A, B, C の3種、計5種である（表2）。試料は測定直前に採取することが望ましいが、実験する日に降水が得られるとは限らないので事前に FM 多摩丘陵で十分な量になるまで捕集しておいた降水試料を降水 A とした。また、たまたま8月8日は FM 多摩丘陵で降水試料が得られたのでこれも測定対象とし、降水 B とした。

溪流水は FM 多摩丘陵と FM 大谷山で採取した。FM 多摩丘陵で8月8日に採取した溪流水を溪流水 A（多摩）、事前に FM 大谷山の2箇所の沢で採取し FM 多摩丘陵に送付されたものをそれぞれ溪流水 B（横本流）、溪流水 C（アラテガ）とした。

これら5種の試料を実験時間内に各班に約100 mL ずつ配布し、各班が5種の共通試料をもっているようにした。

3.1.2 器具

簡易型のデジタル式 pH メーター（新電元工業、KS 701 ISFET pH Meter）であり、自動一点校正、少数第一位まで表示することができる。事前に教職

表1 実験班の構成

実験時間	班名	班の人数
8月8日午前組	多摩1	4
	多摩2	4
	多摩3	4
8月8日午前組	多摩4	4
	多摩5	4
	多摩6	4
8月11日午前組	多摩7	4
	多摩8	4
	多摩9	5
8月11日午前組	多摩10	4
	多摩11	4
	多摩12	4

表2 pH を測定した試料と測定回数

試料の種類	採取地点	試料コード	繰り返し測定回数	合計測定回数
降水 A（多摩保存）	多摩丘陵7月	Rainwater A	5	245
降水 B（多摩イベント）	多摩丘陵8月8日	Rainwater B	3	147
溪流水 A（多摩）	多摩丘陵	Streamwater A	3	147
溪流水 B（横本流）	大谷山（横本流）	Streamwater B	3	147
溪流水 C（アラテガ）	大谷山（アラテガ）	Streamwater C	3	147
				833

員で当該説明書の方法による校正をしておいた。

3.1.3 操作

各班にまず降水試料 A を100 ml のポリエチレンビーカーに入れて配布し、班の全員が5回ずつ pH を測定してもらおう。このとき各人が5回測定するが、各回、pH メーターを資料から出し、改めて試料に漬けてその値を読む。この後、次の学生が同じ

ように測定する。こうしてひとつの試料を班のメンバー全員が測定したら、その試料を捨てる。その測定に用いたビーカーを蒸留水で数回洗浄し、次の試料で共洗いをしたのち、改めてその試料をビーカーに注いだ。

降水 B、渓流水 A, B, C についても同様に測定したが、測定回数は一人3回とした。

表3 pH を測定した試料と測定回数

雨水多摩保存 測定実施日	班名	個人 コード						算術 平均	標準 偏差	変動 係数
			1回目	2回目	3回目	4回目	5回目			
8月8日午前	多摩1	1	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	0.0	0.0
		2	4.8	4.7	4.6	4.7	4.7	4.7	0.1	1.5
		3	4.7	4.7	4.6	4.6	4.7	4.7	0.1	1.2
		4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	0.0	0.0
	多摩2	5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	0.0	0.0
		6	4.5	4.4	4.3	4.4	4.4	4.4	0.1	1.6
		7	4.4	4.3	4.3	4.3	4.4	4.3	0.1	1.3
		8	4.4	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	0.0	1.0
	多摩3	9	4.4	4.1	4.1	4.3	4.2	4.2	0.1	3.1
		10	4.2	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1	0.1	1.3
		11	4.2	4.2	4.2	4.2	4.1	4.2	0.0	1.1
		12	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	4.1	0.1	1.3
8月8日午後	多摩4	13	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	0.0	0.0
		14	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0.0	1.1
		15	4.1	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	0.0	1.1
		16	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0.0	0.0
	多摩5	17	4.7	4.3	4.4	4.4	4.3	4.4	0.2	3.7
		18	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.3	0.0	1.0
		19	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0
		20	4.2	4.3	4.3	4.3	4.4	4.3	0.1	1.6
	多摩6	21	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.5	0.1	1.2
		22	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0.0	0.0
		23	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0.0	1.0
		24	4.8	4.7	4.5	4.5	4.5	4.6	0.1	3.1
8月11日午前	多摩7	25	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0
		26	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0
		27	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.3	0.0	1.0
		28	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.4	0.1	2.1
	多摩8	29	4.9	4.8	4.8	5.2	4.9	4.9	0.2	3.3
		30	4.7	4.6	4.5	4.5	4.5	4.6	0.1	2.0
		31	5.6	5.2	5.0	5.2	4.9	5.2	0.3	5.2
		32	5.1	4.8	5.0	4.8	5.0	4.9	0.1	2.7
	多摩9	33	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0
		34	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0.0	1.1
		35	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0
		36	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	0.0	0.0
37		4.2	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	0.1	1.3	
8月11日午後	多摩10	38	4.2	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2	0.1	1.3
		39	4.4	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	0.1	1.6
		40	4.2	4.2	4.1	4.2	4.1	4.2	0.1	1.3
		41	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	0.1	1.3
	多摩11	42	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	4.7	0.0	1.0
		43	4.6	4.6	4.7	4.7	4.6	4.6	0.1	1.2
		44	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	0.0	0.0
		45	4.6	4.6	4.6	4.6	4.5	4.6	0.0	1.0
		46	4.8	4.6	4.4	4.4	4.4	4.5	0.2	4.0
	多摩12	47	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	0.0	1.0
		48	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	0.1	1.3
		49	4.4	4.4	4.4	4.4	4.3	4.4	0.0	1.0
平均			4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	0.1	1.3
最大		5.6	5.2	5.0	5.2	5.0	5.2	-	-	
最小		4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	4.1	-	-	

3.1.4 データの報告

各測定データは各自が記録しておき、全部の測定が終わったところでエクセルのワークシートに入力する。この後、班毎に考察や感想を述べてもらい、それを踏まえ簡単な講評を行った。

3.2 測定結果

全部の測定結果を載せる余裕は無いが、降水 A についての全測定値、いわゆる生データを表 3 にまとめる。それぞれの試料に対する各人の平均値、標準偏差、変動係数 (%), 全測定値に対する最大値は pH 5.6, 最小値は pH 4.0 で、1.6 pH 単位の幅があった。

4. 考察

4.1 データの解析

これらのデータの解析、解釈はいろいろあるが「その試料の pH はいくらか」といわれたときの回答を考えるための解析を試みた。

4.1.1 各試料の測定値の平均と標準偏差

各人の測定値 (測定値 I) (降水 A は $n=245$, その他の試料はいずれも $n=147$) と、各人の平均値 (測定値 II) (いずれの試料も $n=49$) および各班の平均値 (測定値 III) ($n=12$) について、それぞれ算術平均値と標準偏差を算出した (表 4)。

降水 A, B の平均値は pH 4.4, pH 5.7 で、降水としては平均的な pH と少し高い pH と解釈できる。渓流水 A, B, C の平均値はそれぞれ pH 6.9, pH 6.7, pH 6.3 であり、平均的な pH と思われる。ここで算出した平均 pH は、測定値 I, II, III, それぞれの平均値は算術平均値であるので、これらはすべて等しくなる。いずれにしてもこれらの平均値を「これら試料の pH の値」とすることもできる。

つぎにこれらの平均値に対する標準偏差を算出したので、これらを付けるともう少し「信頼性の高い」「pH の値」と考えてもよいだろう。試料 A の

標準偏差は 3 種類ある。例えば、標本が最も多く、生データに近いという感覚もあるので、各人の測定値に対する値を採用して、 $\text{pH } 4.4 \pm 0.2$ と表すことも可能である。

またそれぞれの標準偏差と標本数, n との関係を見ると一定の傾向がみられない。これは測定値 I, II, III についての 3 種の平均値が異なる分布をしている可能性を示唆する。そこでこれらの標本の度数分布を検討した。

4.1.2 測定値 I および II の度数分布とその特徴

測定値 I (降水試料 A は $n=245$, その他の試料はいずれも $n=147$) と、測定値 II (いずれの試料も $n=49$) それぞれの度数分布を、各試料について作成した。

(1) 降水 A

4.1.1 で推定したように測定値 I, II は異なる度数分布をしている (図 1)。測定値 I は二山型の分布をしており、モードが pH 4.3 のピークに pH 4.6 のショルダーが乗っている形である。測定値 II は同等な二山でありそれぞれピークは pH 4.4 と pH 4.6 であった。

この分布の違いはいくつかの原因が考えられる。実験は毎回 3 班ずつ、8 月 8 日と 11 日それぞれの午前と午後の 4 回に分けて行った。各回もとの試料を配布したが、そのときもとの試料に汚染が生じたとすると同一の試料を配布したことになる。そこでこの実験回 (8 月 8 日午前、午後と 11 日午前、午後) ごとに度数分布を作成した (図 2)。11 日午後回は pH 4.3 に鋭いピークをもち、pH 4.5 から pH 5.3 にかけて裾をひく分布である。他の回は 2 個あるいは 3 個の小さいピークを持ち横に広がる分布である。したがって各回それぞれ広い分布があったと思われる。

そこで測定値 I を各班で集計し、度数分布を作成

表 4. 各資料に対する、各人の測定値、各人の平均値、各班の平均値とそれぞれに対する標準偏差

試料の種類	採取地点など	試料コード	各人の測定値 (測定値 I)			各人の平均値 (測定値 II)			各班の平均値 (測定値 III)		
			平均値	標準偏差	標本数	平均値	標準偏差	標本数	平均値	標準偏差	標本数
降水 A (多摩)	多摩丘陵 7 月	Rainwater A	4.4	0.2	245	4.3	0.2	49	4.4	0.2	12
降水 B (多摩)	多摩丘陵 8 月 8 日	Rainwater B	5.7	0.7	147	4.9	0.8	49	5.7	0.7	12
渓流水 A (多摩)	多摩丘陵	Streamwater A	6.9	0.2	147	7.1	0.2	49	6.9	0.3	12
渓流水 B (横本流)	大谷山 (横本流)	Streamwater B	6.7	0.4	147	6.6	0.4	49	6.7	0.4	12
渓流水 C (アラテガ)	大谷山 (アラテガ)	Streamwater C	6.3	0.4	147	6.2	0.4	49	6.3	0.4	12

してみた。このとき $n=20$ あるいは 25 であり、度数分布を考えるには標本数が不足しているが、それを考慮しながら解釈した。各回の3つの班(各班を「多摩1」などと呼ぶ)ごとに一つづつの度数分布図を作成した(図3~6)。多摩8以外の班は幅の小さな一山型の分布を持つが、それぞれのピークの値(モード)は pH 4.1から pH 4.6まで0.5 pH 単位

の幅があった。多摩8を除くこれらの挙動から系統誤差が示唆される。

(2) 降水 B

降水 A と同様な解析を行った。ただし測定回数は5回でなく3回である。

測定値 I, II の度数分布は二山型の分布であるが、pH 7.5以上にまで右側に広く裾を引く分布で

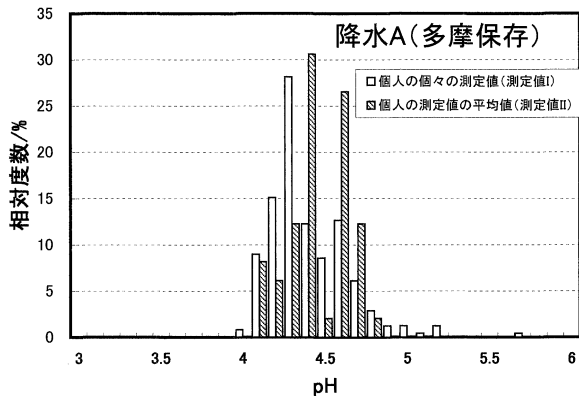


図1 降水 A に対する測定値 I と測定値 II の度数分布

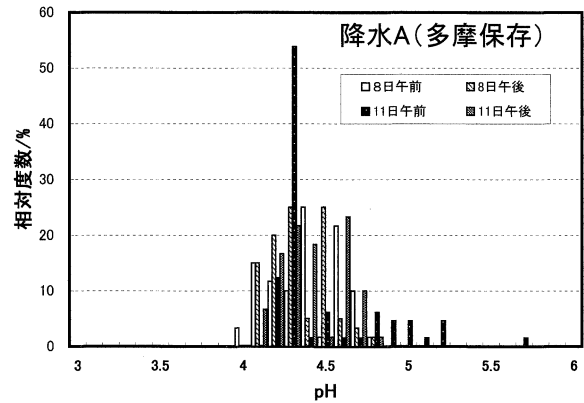


図2 降水 A に対する実験日ごとの測定値 I の度数分布

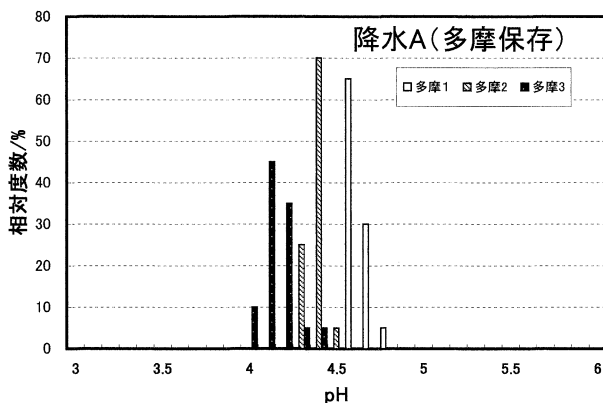


図3 降水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 1, 2, 3 班)

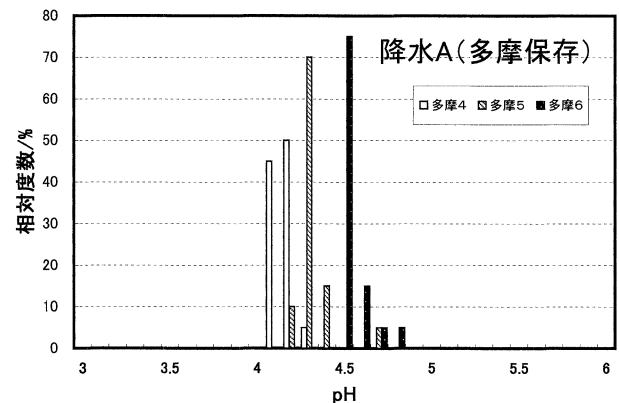


図4 降水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 4, 5, 6 班)

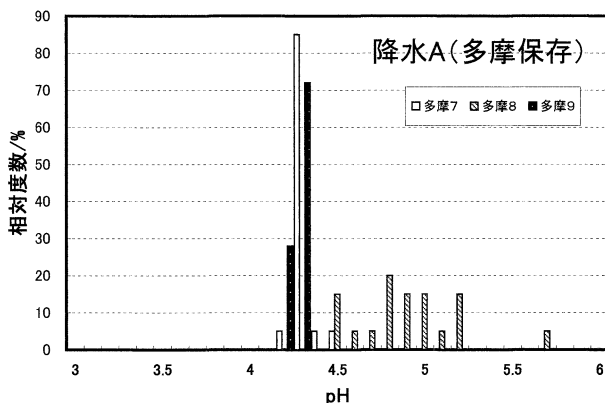


図5 降水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 7, 8, 9 班)

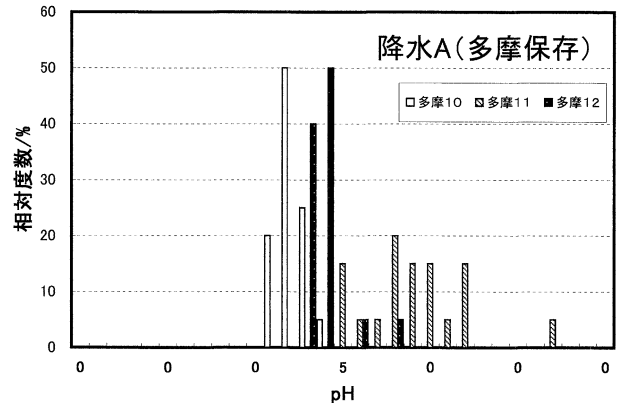


図6 降水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩10, 11, 12班)

あった(図7)。各回の分布を見ると二山型に見えるものもあるが基本的に横に広がった分布をしている(図8)。各班の分布を見ると(図9~12)、多摩4, 7, 10, 12は一山型の比較的鋭い分布を持つ。しかし、多摩1, 2, 3, 8では値が広くバラついた。このバラツキからは系統誤差を示唆することは難しい。

(3) 渓流水 A

渓流水 A についても降水 A と同様な解析を行った。測定値 I, II の度数分布は降水 A, B (図1, 7) に比べほとんど同じ分布をしていた(図13)。各回の分布を見ると、8日午前、11日午前の回は二つの山に見えるが、他はなだらかな一つの山と見ることができる(図14)。これらから各班の分

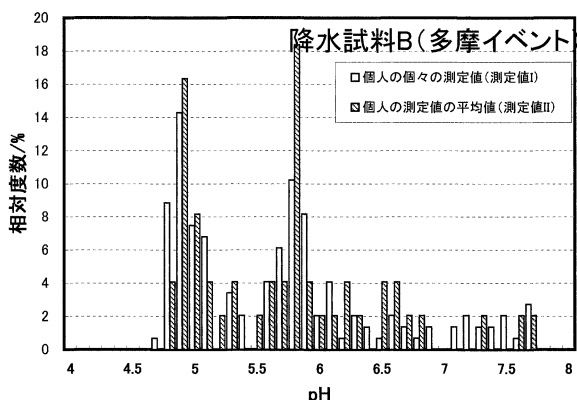


図7 降水 B に対する測定値 I と測定値 II の度数分布

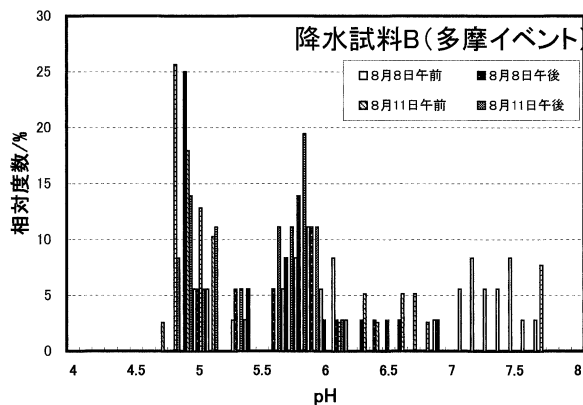


図8 降水 B に対する実験時間帯ごとの測定値 I の度数分布

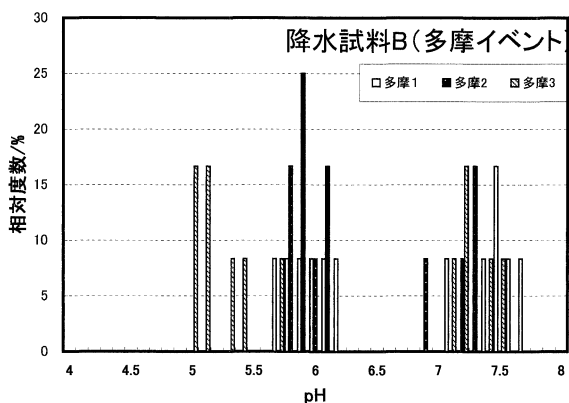


図9 降水 B に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 1, 2, 3 班)

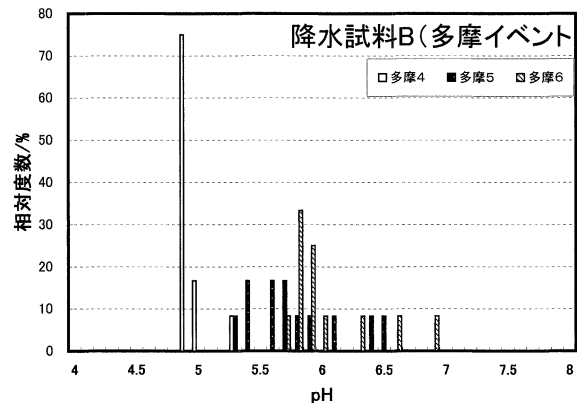


図10 降水 B に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 4, 5, 6 班)

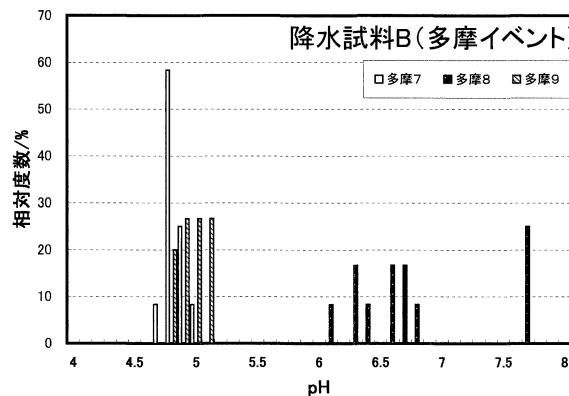


図11 降水 B に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 7, 8, 9 班)

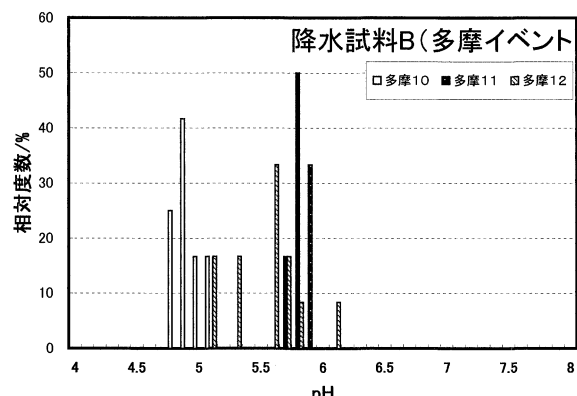


図12 降水 B に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩10, 11, 12班)

布は種々の形をとっていると予測される。図15~18にその分布を示すが、多摩3だけは鋭いピークをなしている。しかし、他の班の分布はなだらかな山とみても大きな差支えはない。これからも系統誤差を積極的に窺うことはできない。

(4) 渓流水 B

渓流水 B, C について簡単に見てみる。渓流水 B

の測定値 I, II の分布は相互に似た二山型であるが pH 6.5 付近に大きな山が、pH 7.4 付近に小さな山がそれぞれある (図19)。各回の分布をみると、いずれもバラツキの大きい分布である (図20)。

(5) 渓流水 C

渓流水 C も、渓流水 B と同様に測定値 I, II の分布はともに二山型であり類似した分布である (図

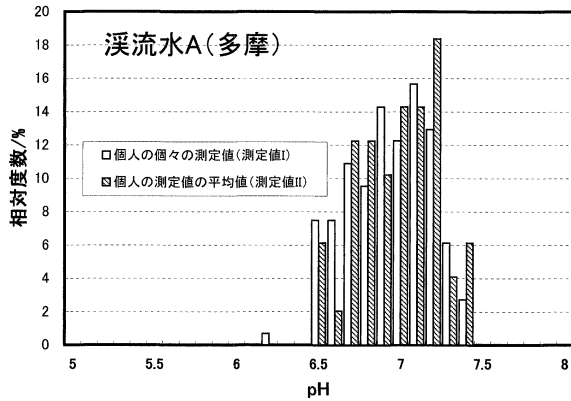


図13 渓流水 A に対する測定値 I と測定値 II の度数分布

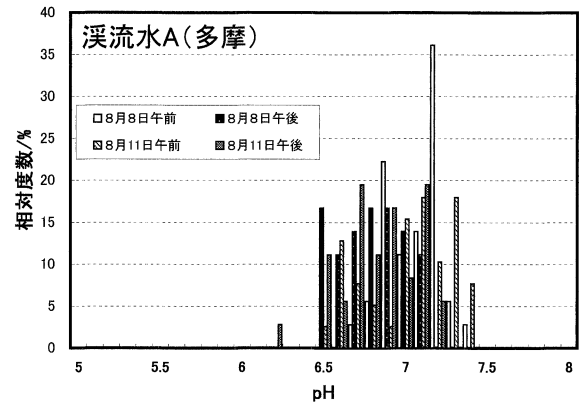


図14 渓流水 A に対する実験時間帯ごとの測定値 I の度数分布

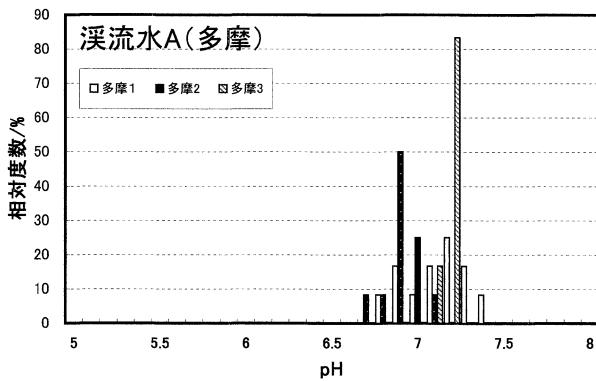


図15 渓流水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 1, 2, 3 班)

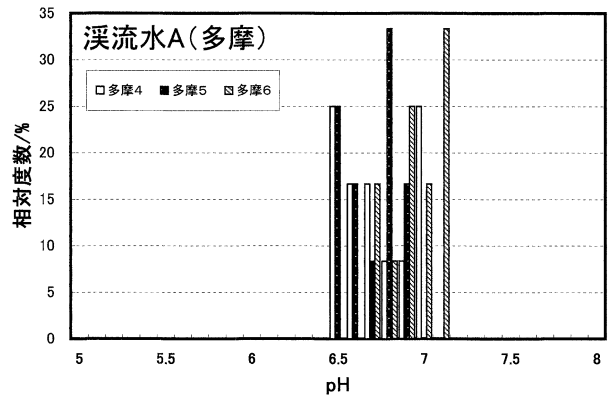


図16 渓流水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 4, 5, 6 班)

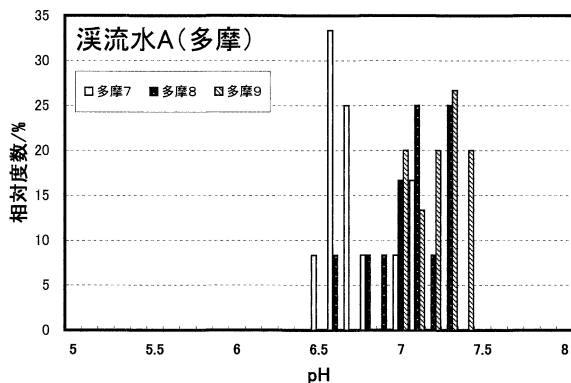


図17 渓流水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 1, 2, 3 班)

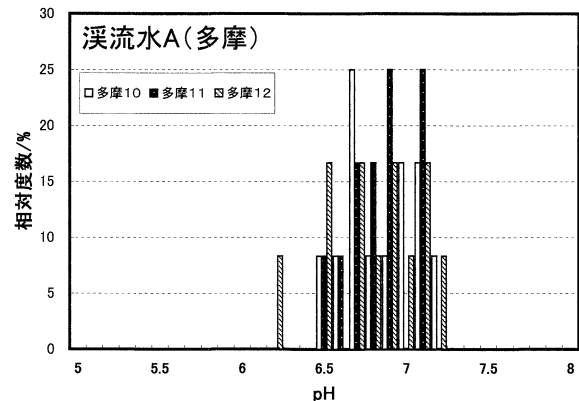


図18 渓流水 A に対する同一実験時間帯の班ごとの測定値 I の度数分布 (多摩 1, 2, 3 班)

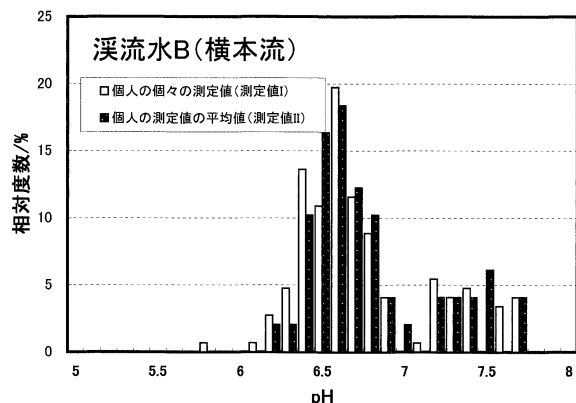


図19 渓流水Bに対する測定値Iと測定値IIの度数分布

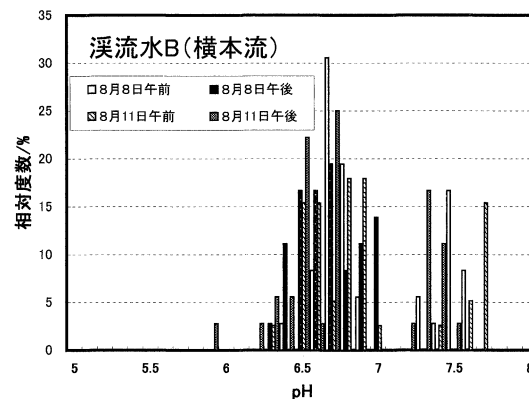


図20 渓流水Bに対する実験時間帯ごとの測定値Iの度数分布

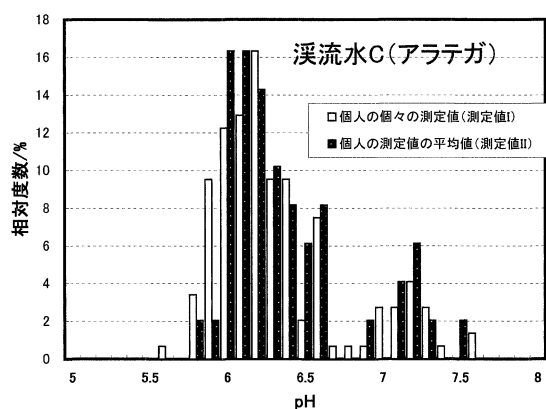


図21 渓流水Cに対する測定値Iと測定値IIの度数分布

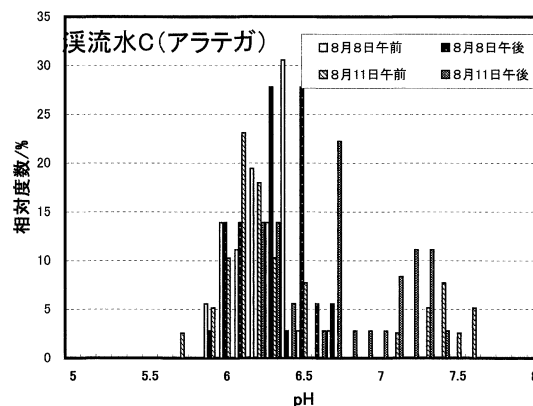


図22 渓流水Cに対する実験時間帯ごとの測定値Iの度数分布

21). 各回の分布もバラツキの大きい分布である(図22)。

4.2 データの解釈

前節でデータをいくつかの観点から解析したが、その解釈について考えて見たい。

4.2.1 簡易型の測定器による測定

降水のpHを測定するときその試料を一回測定し、その値をその試料の値とすることが多い。それは測定法が簡易型のものであり、そもそも正確な測定が期待できないというものであろう。しかし、測定回数が多ければそれらの測定値が意味を持ち出してくる。ということは精密な測定でも測定回数が多ければ、それらの測定値の信頼性が増してくる。一般に測定機器には感度というものがあり、簡易型の測定器よりはるかに精密に測定することができる。しかし、通常、精密な測定機器の感度ぎりぎりのレベルを測定することが多く、結局、問題の本質は同じことになる。

したがって測定の本質は本実験でも、最先端の測定でも変わらない。これは実験指導のときに強調し

ている。

4.2.2 試料のpHの代表値

もうひとつの問題は「その試料のpHはいくらか」といわれたときの回答である。これは、要求されている精度により回答は異なるであろう。たとえば、(1) いわゆるオーダーエスティメイトがしたいのか、(2) もう少し精密な値が必要なのか、(3) 複数の試料の順序に関心があるのか、(4) ある基準の値に対する大小を知りたいのか、などにより違った回答をしなくてはならない。

どのような回答があるのかは次章の議論が必要であるが、簡単に考えたときの回答例をそれぞれ挙げてみたい。

(1) オーダーエスティメイトとしての値

この場合はpH 5か、pH 6かというような問題であるので、単純平均値を示せばいいと思われる。各試料に対する平均値は表4にあるように各人の測定値、各人の平均値、各班の平均値などがある。その値は同一であるが、各人の平均値を回答として選ばばよいだろう。降水Aの場合、「pH 4.4」がその

値である。

(2) オーダーエステメイトよりももう少し精密な値

これもどういう風に精密である必要があるのかで回答は異なるであろう。オーダーエステメイトを(1)のように行ったのであれば、各人の平均値に対する標準偏差をつけての回答でよいと思われる。降水 A の場合、「pH 4.4±0.2」ということができる。

(3) 順序をつけるための値

これも基本的に平均値の大小で順序をつける。

(4) ある値に対する大小を見るための値

これは環境基準や品質管理上設定された値などと比べるときに必要な考え方である。通常は代表値、平均、モード、メジアンなどで評価する。また、標準偏差を付けた平均値、最大値、最小値も意義のある値である。また、度数分布の範囲がその「ある値」をはさんでいるならば、その度数分布のうち、その「ある値」よりも大きい（あるいは小さい）値の、全体に対する割合を算出するのも意義がある。

5. 教材としての問題点

5.1 測定の基本にかかわる問題点

測定が精密であればあるほどいろいろな意味でいいように思われる。しかし、精密になればなるほど費用、時間、労力が必要になってくる。それより重要なことは、今まで無視していた本質的な問題が出てくる。

ある棒の長さを精密に測ることを例にしよう。簡単なものさしで測ることから、レーザーを使うような非常に精密な方法までとしよう。物差しを当てて目盛を読むよりもレーザーの方が精密に測れるように思われる。たしかに有効数字で考えるとレーザーの方が精密であろう。しかし、長さというがどこからどこまでを長さというのか、スケールを小さくすればするほど表面の凹凸が効きはじめる。また、温度による膨張・収縮など測定対象そのものの問題が無視できなくなり、測定したときの条件や長さの定義などがあってはじめて測定値に意味があるようになる。こう考えて、ものさしによる測定をみなすと、程度の違いこそあれ、やはりそこにも同様な測定の問題が潜んでいることに気が付く。

5.2 試料の代表性

測定したいのはある対象であり、その対象の測定値を得るため試料を捕集ないし採取する。そして、

試料とは測定の対象そのものの一部である。そしてその一部を測定して、その対象そのものの測定値とする。降水試料の場合、測定値が出るまでのプロセスはつぎのようになる：(1) ある時間、ある地点で捕集したある量の（測定対象の雨からすると極々一部の量の）降水が、(2) 汚染されずに捕集され、測定まで変化することなく保存され、(3) きちんと校正された装置により測定され、(4) その読みが誤ることなく記録された。

新しい測定装置の開発などでは試料の測定だけが問題になるであろう。しかし、「試料」の概念からして、測定したいのはあくまでもその対象である。したがって測定する試料の代表性、その試料を測ればその対象が測れるという保証が、どの程度あるのかを評価して初めて測定値が意味を持つ。

6. 今後の展開

この実験で測定値がばらつくことを実感してもらうことができた。また、pH が簡単に測れること、降水、渓流水それぞれで pH が違うことなどは興味を引いたようであった。

時間に制約があるので、ここで行ったような度数分布の作成までには至らなかった。しかし、本課題は操作も簡単で、取り付きやすいと思われるが、十分な奥行きを備えておき、種々の方向への展開が可能である。指導法の改良点を含め、ここでは時間の制約はひとまずはずし、展開のいくつかの方向を考えてみたい。

6.1 データの解析と解釈

まず、統計的な解析をさらに進める方向がある。分布の型や統計的基本量の吟味はすぐに思いつく課題である。また、平均値の差など種々の検定を各班で行うのも統計的検定への入門として適当であろう。ただ、フィールドでの測定の評価という観点をはっきりさせておかないと、ただ退屈なだけになる恐れがあるので、注意が必要であろう。

6.2 フィールド観測

フィールドでの長期観測、モニタリングの観点からは実践的な展開が可能になる。モニタリングデータを評価するとき、単なる値だけではなく、その値がどのようにとられたのか、つぎの(1)～(4)にしたがって、体系的な評価が行われる。このときのデータの精度は次の5つの観点から検討されるので、ここでもこの線に沿った展開を考える。

(1) 測定点の決定と装置の設置

試料を捕集するときその試料が目的とする時間と空間を代表している必要がある。したがって試料の捕集をフィールドの複数地点で捕集したり、時間を変えて捕集し、それらがどう変動しているかを見るのもおもしろい。たとえばA、Bの近傍2地点で試料捕集したものを複数回測定し、それぞれの変動の大きさを見積もっておく。A、B二つの試料の平均値など代表値の違いと、繰り返し測定による測定値の変動の違いと比較すれば、平均値が違って、測定値の変動のほうが大きければ二つの試料が空間的に同じとはいえないことになる。この問題はモニタリングデータの評価に直接関わるので、操作が簡単な割には奥行きはかなりのものになる。

(2) 試料の捕集と試料の輸送および保存

試料の捕集・取り扱い・保存などの方法などの違いを評価するのも意義あることである。資料を捕集して冷暗所に保存しておいたものと、空調もなく、日のあたる室内に常温保存したものの違いなどは興味深い。事前の準備が必要であるが、試料を二つ以上用意し、一方は分析まで冷蔵庫などに保存するが、他は北海道や九州など十分遠いところに送付し、また送り戻してもらい、その上で測定する。これらの二組のデータを検証し、輸送に伴う変質などを考察することができる。

(3) 化学分析

分析の観点からの展開はたくさんの選択肢がある。pHだけでなく硫酸イオン、硝酸イオンなどのイオンの濃度や、電気伝導率などの物理量の測定は酸性雨の研究では日常行われている。pHに限ってもパックテストなど比色法を応用したものや、研究用のpHメーターで測定するなど、測定法は多いので異なる方法で測定することも興味深い課題である。

(4) 精度保証・精度管理

モニタリングは複数の地点、したがって複数の研究所で行われることが多い。このとき測定法は共通でなくてはデータを比較して論じることができない。このため共通の試料を全期間に配布し、それぞれの研究所で複数回数測定される。これを相互比較プログラム (Intercomparison programme) という。これらの値を機関ごとの変動 (所内変動) と違う機関での変動 (所間変動) を統計的に検討し、いけば共通の物差しをあてて測定しているかを評価する。今回、FS実験実習で取り上げたような測定は、この相互比較プログラムと本質的に同じことを行っ

ている。これは実験の前後で説明、解説することだけでも、実験の意義を深く理解することができる。

6.3 FM多摩丘陵などフィールドミュージアムの活用

6.2 (1) と関係するが降水や渓流水などの環境試料を種々のフィールドミュージアムで捕集・採取しそれらを測定する。このときは試料の測定値の比較ではなく、種々の地形のところでどうやったらその領域を代表する試料が捕集・採取できるかを考えるのがよい。領域を代表する試料を得るのは簡単ではないので、単純に測定値を比較するのは危険である。経験的、理論的に十分な考察が必要である。

6.4 実験指導方法

時間の関係で詳しい説明や学生の発言を促すような努力が不足しがちである。各班での十分なディスカッションや、自主的な追加実験などを奨励することも大切と思われる。また、測定実験だけではなく、フィールドにおける試料捕集の実習、研究用捕集装置の説明などフィールドの活用も重視すべきであろう。

また、準備した実験プログラムをこなすだけでなく、そのプログラムを「達成」し損なうなどの「失敗」をあらかじめ織り込めるゆったりした時間配分ができれば、その「失敗」を生かして、経験を理論的に分析して、総合的な理解を期待することも可能と思われる。

7. まとめ

当初、さしあたりこの辺からと思って始めた「降水などのpHの測定」であったが、学生は意表を突かれる思いをするように反応は悪くないと理解している。また、反応も学科によって少しずつ異なり、環境に直接関連する学科の学生には「これまで講義だけだったが、初めて環境の実験がやれた」などの反応もあった。

今後しばらくは、この課題を実施していくが、検討・改良していく中で、FS実験実習の他の課題とのつながりや、フィールドサイエンス創出のヒントとしてもこの課題を考察していきたい。また、フィールドと実験の関係や測定自身の問題、測定と自然認識など科学論の観点からも検討し、測定の理論的根拠を考えたい (Hanson; 1986, 相島; 1992)。

謝 辞

FM 大谷山の渓流水試料を提供いただいた渡辺直明助手と桑原誠技術職員に感謝します。

文 献

相島鐵郎 (1992) ケモメトリックス—新しい分析化学—, pp. 165, 丸善.

北村守次 原 宏 (1994) 酸性雨の測定法. 気象研究ノート (日本気象学会), No. 182, 59-66.

Hanson, R. N. (1986) Patterns of Discovery. 村上陽一郎訳 科学的発見のパターン. pp. 417. 講談社学術文庫.

Science Advisory Group for Precipitation Chemistry (2004) Manual for the GAW Precipitation Chemistry Programme, guidelines, data quality objectives and standard operation procedures, World Meteorological Organization, November 2004.

The 2nd Interim Scientific Advisory Group Meeting of Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (2000) Technical Documents for Wet Deposition Monitoring in East Asia.

Charlson, R. J. and Rodhe, H. (1982). Factors controlling the acidity of natural rainwater. *Nature* **295**, 683-685.

Hara, H. (1993) Analysis of Four-Year Results of Acid Precipitation Based on a Wet-only Sampling Network in Japan, *J. Agr. Met.*, **48**, 735-738.

Hara, H., Kitamura, M., Mori, A., Noguchi, I., Ohizumi, T., Seto, S., Takeuchi, T., and Deguchi, T. : (1995) 'Precipitation Chemistry in Japan 1998-1993', *Water, Air, and Soil Pollt.* **85**, 2307-2312.

原 宏 (2002) 酸性雨とフィールドサイエンス (I). 湿性沈着の現状と科学としての発展 フィールドサイエンス, 1, 1-13.

一瀬正巳 (1953) 誤差論 pp. 131, 培風館

Interim Scientific Advisory Group of EANET (2000), the Guidelines and Technical Manuals for Acid Deposition Monitoring in East Asia, pp. 209.

Schwartz, S. E. (1989) Acid Deposition : Unraveling a Regional Phenomenon. *Science* **243**, 753-763.

Taylor, J. R. (2000) An Introduction to ERROR ANALYSIS : the study of uncertainties in physical measurements, 2nd edition 林 茂雄 馬場 涼訳 計測における誤差解析入門 東京化学同人 pp. 328.

van Breemen, N., Burrough, P. A., Velhorst, E. J., van Dobben, H. F., de Wit, T., Rider, T. B., Reijnders, H. F. R., (1982) Soil acidification from atmospheric ammonium sulfate in forest canopy throughfall. *Nature* **299**, 548-560.

Vet, R. J. (1991) Wet Deposition : Monitoring Techniques. Handbook of Environmental Chemistry, pp. 1-163, Volume 2 Part F, Ed. Hutzinger, O., Springer-Verlag, Berlin.

研究資料FM 多摩丘陵（多摩試験地）の気象観測 5 年報
—1999年～2003年—富沢 實^{*1}・手塚 良子^{*1}・土器屋由紀子^{*2}・原 宏^{*1}

FM 多摩丘陵（波丘地利用実験実習施設多摩試験地における1999年より2003年までの気象観測の結果を取りまとめた。観測の実施要領は波丘地農業研究所報第4号に報告したとおりである。

一般に欠測があるときは空欄とせずに「-」（ハイフン）を記入した。

ただし、2002年3月末にFM 多摩丘陵の職員の体制に変化が生じたため、従来の方法による気象観測は休止となった項目が出てきた。代わりに自動観測機による気象観測をおこなっており、そのデータについては適宜、多摩丘陵のウェブサイトに掲載し、利用に供しているところである。

この休止に伴う欠測値が生じたため、年平均値の算出は5年間のうち少なくとも3年のデータが存在する項目に対して行った。ただしその信頼性を区別するため、平均値の肩に以下の記号をつけた。また、これらの欠測により算出が無意味と判断される項目には「*」の記号を付けた。

- (1) 記号なし：5年分の年間値から算出された平均値。
- (2) 淡：4年分の年間値から算出された平均値。
- (3) 濃：3年分の年間値から算出された平均値。

*1 東京農工大学農学部

*2 江戸川大学社会学部, 元東京農工大学農学部

月	旬	9時の平均 (°C)						日最高気温の平均 (°C)					
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均
1	上旬	3.1	5.8	4.0	3.8	0.7	3.5	8.9	11.2	-	10.5	-	*
	中旬	4.4	5.1	1.4	5.4	3.4	3.9	10.1	8.8	6.7	11.1	-	9.2
	下旬	5.7	3.6	2.4	4.6	2.8	3.8	10.8	8.5	6.6	10.3	-	9.1
	月平均	4.4	4.8	2.6	4.6	2.3	3.7	1.9	9.5	6.7	10.6	-	7.2
2	上旬	4.1	4.8	2.4	5.5	3.9	4.1	10.5	9.3	6.6	11.0	-	9.4
	中旬	5.1	3.8	2.9	5.1	3.9	4.2	10.3	1.8	8.6	10.5	-	7.8
	下旬	5.9	5.2	7.8	8.3	5.0	6.4	11.9	9.6	17.0	13.3	-	13.0
	月平均	5.0	4.6	4.4	6.3	4.3	4.9	10.9	9.1	10.7	11.6	-	10.6
3	上旬	8.3	7.3	6.2	8.9	4.4	7.0	12.2	12.4	12.3	13.8	-	12.7
	中旬	10.3	8.1	8.8	12.7	5.8	9.1	14.6	12.3	14.1	17.5	-	14.6
	下旬	7.9	10.1	10.3	10.4	13.5	10.4	13.0	15.4	15.8	13.0	-	14.3
	月平均	8.8	8.5	8.4	10.7	7.9	8.9	13.3	13.4	14.1	14.8	-	13.9
4	上旬	10.9	11.5	14.4	17.2	12.4	13.3	15.8	15.5	19.7	-	-	17.0
	中旬	14.8	13.7	17.0	14.8	14.9	15.0	20.7	18.4	22.1	-	-	20.4
	下旬	15.2	15.0	13.8	14.3	15.0	14.7	20.2	19.8	18.2	-	-	19.4
	月平均	13.6	13.4	15.1	15.4	14.1	14.3	18.9	17.9	20.0	-	-	18.9
5	上旬	18.4	19.5	15.4	16.1	18.1	17.5	23.2	23.2	19.9	-	-	22.1
	中旬	18.1	17.7	20.5	15.0	16.7	17.6	22.2	21.8	23.7	-	-	22.6
	下旬	20.7	22.1	20.7	19.3	18.8	20.3	25.6	26.2	23.7	-	-	25.2
	月平均	19.1	19.8	18.9	16.8	17.9	18.5	23.7	23.7	22.4	-	-	23.3
6	上旬	21.9	23.2	21.8	22.1	19.9	21.8	27.3	26.9	26.2	-	-	26.8
	中旬	23.6	20.5	20.6	20.2	23.2	21.6	26.4	25.0	23.9	-	-	25.1
	下旬	21.5	23.2	23.4	17.7	21.7	21.5	24.5	25.7	26.7	-	-	25.6
	月平均	22.3	22.3	21.9	20.0	21.6	21.6	26.1	25.9	25.6	-	-	25.9
7	上旬	21.7	24.8	27.6	25.7	21.2	24.2	26.6	30.1	31.3	-	-	29.3
	中旬	23.8	27.6	29.6	26.7	20.3	25.6	28.1	33.1	33.6	-	-	31.6
	下旬	28.6	27.1	27.7	27.7	22.1	26.6	32.5	29.4	31.2	-	-	31.0
	月平均	24.7	26.5	28.3	26.7	21.2	25.5	29.1	30.9	32.0	-	-	30.7
8	上旬	27.8	28.3	25.1	29.8	26.7	27.5	31.3	32.2	28.6	-	-	30.7
	中旬	27.7	26.0	24.9	27.1	21.5	25.4	30.9	30.9	29.9	-	-	30.6
	下旬	26.8	27.4	24.6	24.9	26.3	26.0	31.5	31.5	27.9	-	-	30.3
	月平均	27.4	27.2	24.9	27.3	24.8	26.3	31.2	31.5	28.8	-	-	30.5
9	上旬	26.9	23.4	21.6	25.5	23.0	24.1	30.7	27.4	24.1	-	-	27.4
	中旬	25.4	23.7	23.6	21.0	26.9	24.1	29.2	27.0	26.2	-	-	27.5
	下旬	23.1	21.7	18.4	18.8	17.7	19.9	27.0	25.7	24.1	-	-	25.6
	月平均	25.1	22.9	21.8	21.8	22.5	22.8	29.0	26.7	24.8	-	-	26.8
10	上旬	20.6	18.8	18.3	20.1	16.2	18.8	24.1	22.1	23.3	-	-	23.2
	中旬	17.4	17.1	16.4	17.7	15.2	16.8	21.1	20.0	19.9	-	-	20.3
	下旬	15.3	15.2	15.5	13.4	15.0	14.9	20.7	18.7	19.5	-	-	19.6
	月平均	17.8	17.0	16.7	17.1	15.5	16.8	22.0	20.3	20.9	-	-	21.1
11	上旬	13.5	13.2	12.6	8.7	15.1	12.6	17.4	15.4	16.3	-	-	16.4
	中旬	10.9	10.9	9.0	9.9	10.9	10.3	15.5	15.0	13.0	-	-	14.5
	下旬	10.1	9.4	9.7	7.7	10.5	9.5	14.8	14.8	14.8	-	-	14.8
	月平均	11.5	11.2	10.4	8.8	12.2	10.8	15.9	15.9	14.7	-	-	15.5
12	上旬	7.7	5.8	7.5	6.5	8.8	7.3	12.5	10.1	10.6	-	-	11.1
	中旬	5.3	6.0	4.9	4.7	6.9	5.6	10.3	10.7	9.9	-	-	10.3
	下旬	4.9	4.6	3.9	3.8	6.6	4.8	10.9	9.9	8.1	-	-	9.6
	月平均	6.0	5.5	5.4	5.0	7.4	5.9	11.2	10.2	9.5	-	-	10.3
年平均		15.5	15.3	14.9	15.0	14.3	*	20.1	19.5	19.2	*	*	*

月	旬	日最低気温の平均（℃）						最高値と最低値の平均（℃）					
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均
1	上旬	-3.8	0.8	-	-2.9	-	*	2.6	6.0	-	3.8	-	*
	中旬	-1.4	1.5	-4.4	0.5	-	-1.0	3.8	3.8	1.2	5.8	-	3.7
	下旬	-1.4	-2.9	-2.7	-2.7	-	-2.4	4.7	4.7	2.0	3.7	-	3.8
	月平均	-2.6	-0.2	-3.6	-1.7	-	-2.0	3.7	3.7	1.6	4.4	-	3.4
2	上旬	-3.6	-2.7	-1.0	-0.4	-	-1.9	3.5	3.8	3.2	5.3	-	4.0
	中旬	-2.4	-3.6	-2.8	-4.3	-	-3.3	4.0	2.4	2.9	3.1	-	3.1
	下旬	-2.1	-5.2	1.7	2.4	-	-0.8	4.9	2.2	7.6	5.5	-	5.1
	月平均	-2.7	-3.8	-0.7	-0.8	-	-2.0	4.1	2.8	4.6	4.6	-	4.0
3	上旬	2.0	-0.2	-1.3	2.1	-	0.7	7.1	6.1	5.5	5.9	-	6.2
	中旬	5.7	-0.4	-0.7	2.6	-	1.8	10.2	6.0	6.7	7.5	-	7.6
	下旬	3.3	-0.2	3.3	3.9	-	2.6	8.2	7.6	9.6	4.6	-	7.5
	月平均	3.7	-0.3	0.4	2.9	-	1.7	8.5	6.6	7.3	6.0	-	7.1
4	上旬	3.4	4.7	4.3	-	-	4.1	9.6	10.1	12.0	-	-	10.6
	中旬	8.8	5.8	8.9	-	-	7.8	14.8	12.1	15.5	-	-	14.1
	下旬	11.3	7.0	7.9	-	-	8.7	15.8	13.4	13.1	-	-	14.1
	月平均	7.8	5.8	7.0	-	-	6.9	13.4	11.9	13.5	-	-	12.9
5	上旬	11.2	13.0	13.6	-	-	12.6	17.2	18.1	16.8	-	-	17.4
	中旬	12.6	14.3	11.8	-	-	12.9	17.4	18.1	17.8	-	-	17.8
	下旬	14.8	16.1	16.0	-	-	15.6	20.2	21.2	19.9	-	-	20.4
	月平均	12.9	14.5	13.8	-	-	13.7	18.3	19.1	18.2	-	-	18.5
6	上旬	16.6	17.2	16.7	-	-	16.8	22.0	22.1	21.5	-	-	21.9
	中旬	17.4	17.5	17.4	-	-	17.4	21.9	21.3	20.7	-	-	21.3
	下旬	17.7	19.8	19.8	-	-	19.1	21.1	22.8	23.3	-	-	22.4
	月平均	17.2	18.2	18.0	-	-	17.8	21.7	22.1	21.8	-	-	21.9
7	上旬	18.2	21.0	21.4	-	-	20.2	22.4	25.6	26.6	-	-	24.9
	中旬	22.5	23.6	22.7	-	-	22.9	25.3	28.4	28.2	-	-	27.3
	下旬	22.9	23.2	22.5	-	-	22.9	27.7	26.3	26.9	-	-	27.0
	月平均	21.2	22.6	22.2	-	-	22.0	25.1	26.8	27.2	-	-	26.4
8	上旬	22.7	22.6	21.9	-	-	22.4	27.0	27.4	25.4	-	-	26.6
	中旬	23.6	22.7	22.5	-	-	22.9	27.3	26.8	26.2	-	-	26.8
	下旬	23.1	21.6	22.1	-	-	22.3	27.3	26.6	25.0	-	-	26.3
	月平均	23.1	22.3	22.2	-	-	22.5	27.2	26.9	25.5	-	-	26.5
9	上旬	21.8	20.9	18.8	-	-	20.5	26.3	24.2	21.5	-	-	24.0
	中旬	22.3	20.8	20.8	-	-	21.3	25.8	23.9	23.7	-	-	24.5
	下旬	19.1	15.3	15.2	-	-	16.5	23.1	20.5	19.7	-	-	21.1
	月平均	21.1	19.0	18.3	-	-	19.5	25.1	22.9	21.6	-	-	23.2
10	上旬	16.6	"	15.3	-	-	10.6	20.4	18.8	19.3	-	-	19.5
	中旬	12.6	15.1	12.5	-	-	12.6	16.9	16.3	16.2	-	-	16.5
	下旬	10.2	11.1	9.4	-	-	12.2	15.5	14.9	14.5	-	-	15.0
	月平均	13.1	13.1	12.4	-	-	12.9	17.6	16.7	16.7	-	-	17.0
11	上旬	8.6	9.9	8.4	-	-	9.0	13.0	12.7	12.4	-	-	12.7
	中旬	5.5	8.7	3.0	-	-	5.7	10.5	11.9	8.0	-	-	10.1
	下旬	5.2	4.0	2.7	-	-	4.0	10.0	8.4	8.8	-	-	9.1
	月平均	6.4	7.5	4.7	-	-	6.2	11.2	11.0	9.7	-	-	10.6
12	上旬	1.9	-	3.6	-	-	*	7.2	-	7.1	-	-	*
	中旬	-1.2	0.0	-0.6	-	-	-0.6	4.6	5.4	4.7	-	-	4.9
	下旬	-2.0	-0.3	-1.6	-	-	-1.3	4.5	4.9	3.3	-	-	4.2
	月平均	-0.4	-0.2	0.5	-	-	0.0	5.4	5.2	5.0	-	-	5.2
年平均		10.1	9.9	9.6	*	-	*	15.1	14.7	14.4	*	-	*

月	旬	日較差の平均 (°C)						地表 9時 (°C)					
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均
1	上旬	12.7	10.4	-	13.4	-	*	-0.1	2.7	0.3	-0.2	-	0.7
	中旬	12.6	7.3	11.1	10.6	-	10.4	-0.7	4.0	-0.3	0.4	-	2.8
	下旬	12.2	11.4	9.3	12.7	-	11.4	-0.1	0.6	-0.1	0.9	-	0.3
	月平均	12.5	9.7	10.2	12.2	-	11.2	-0.3	2.4	0.0	0.4	-	0.6
2	上旬	14.1	13.0	8.1	12.4	-	11.9	-0.2	6.5	0.0	0.9	-	1.8
	中旬	12.7	11.9	11.4	14.9	-	12.7	0.0	0.6	0.1	0.7	-	0.4
	下旬	14.0	14.8	0.9	9.1	-	9.7	0.6	0.6	2.7	3.8	-	2.0
	月平均	13.6	13.2	6.8	11.9	-	11.4	0.1	2.6	0.9	1.8	-	1.2
3	上旬	10.2	14.0	13.6	11.7	-	13.1	5.1	3.6	3.1	6.4	-	4.6
	中旬	8.9	12.7	14.8	14.9	-	12.9	9.1	5.6	5.5	8.5	-	7.2
	下旬	9.7	15.6	12.5	9.1	-	13.0	7.9	8.6	9.2	9.3	-	8.8
	月平均	9.6	14.1	13.6	11.9	-	13.0	7.4	5.9	5.9	8.1	-	6.8
4	上旬	12.4	10.8	15.4	-	-	11.9	9.3	11.0	11.8	-	-	10.7
	中旬	11.9	12.6	13.2	-	-	12.6	13.9	13.3	15.0	-	-	14.1
	下旬	8.9	12.8	10.3	-	-	10.3	15.5	14.5	13.5	-	-	14.5
	月平均	11.1	12.1	13.0	-	-	11.8	12.9	12.9	13.4	-	-	13.1
5	上旬	12.0	10.2	6.3	-	-	9.5	17.7	19.9	15.5	-	-	17.7
	中旬	9.6	7.5	11.9	-	-	9.7	18.9	19.3	19.3	-	-	19.2
	下旬	10.8	10.1	7.7	-	-	9.6	20.4	22.1	21.2	-	-	21.2
	月平均	10.8	9.3	8.6	-	-	9.6	19.0	20.4	18.7	-	-	19.4
6	上旬	10.7	9.7	9.5	-	-	10.0	22.6	23.4	22.6	-	-	22.9
	中旬	9.0	7.5	6.5	-	-	7.7	24.1	21.3	21.6	-	-	22.3
	下旬	6.8	5.9	6.9	-	-	8.8	21.8	23.4	24.0	-	-	23.1
	月平均	8.8	7.7	7.6	-	-	8.0	22.8	22.7	22.7	-	-	22.7
7	上旬	8.4	9.1	10.7	-	-	9.4	23.4	26.6	27.8	-	-	25.9
	中旬	5.6	9.5	10.9	-	-	8.7	24.8	28.8	29.7	-	-	27.8
	下旬	9.6	6.2	8.7	-	-	8.2	28.0	27.6	28.9	-	-	28.2
	月平均	7.9	8.3	10.1	-	-	8.4	25.4	27.7	28.8	-	-	27.3
8	上旬	8.6	9.6	7.0	-	-	8.4	28.5	29.4	26.1	-	-	28.0
	中旬	7.3	8.2	7.4	-	-	7.6	27.4	27.8	26.7	-	-	27.3
	下旬	8.4	9.9	5.8	-	-	8.0	28.3	28.0	26.0	-	-	27.4
	月平均	8.1	9.2	6.7	-	-	8.0	28.1	28.4	26.3	-	-	27.6
9	上旬	8.9	6.5	5.3	-	-	6.9	27.8	24.5	23.6	-	-	25.3
	中旬	6.9	6.2	5.9	-	-	6.3	26.6	24.7	24.7	-	-	25.3
	下旬	7.9	10.4	8.9	-	-	6.6	24.7	23.3	20.0	-	-	22.7
	月平均	7.9	7.7	6.7	-	-	7.4	26.4	24.2	22.8	-	-	24.5
10	上旬	7.5	6.6	8.0	-	-	7.4	21.8	20.3	19.1	-	-	20.4
	中旬	8.5	7.4	7.4	-	-	7.8	18.7	18.2	16.1	-	-	17.7
	下旬	10.5	7.6	10.2	-	-	7.6	15.1	15.9	15.0	-	-	15.3
	月平均	8.8	7.2	8.5	-	-	8.2	18.5	18.1	16.9	-	-	17.8
11	上旬	8.8	5.5	7.9	-	-	7.4	13.4	13.2	11.9	-	-	12.8
	中旬	10.0	6.3	10.0	-	-	7.8	10.0	11.0	7.5	-	-	9.5
	下旬	9.6	9.0	12.1	-	-	10.0	7.8	7.5	5.2	-	-	6.8
	月平均	9.5	6.9	10.0	-	-	8.8	10.4	10.6	8.2	-	-	9.7
12	上旬	10.6	-	7.0	-	-	*	4.9	3.4	5.3	-	-	4.5
	中旬	11.5	10.7	10.5	-	-	10.9	2.3	3.0	1.4	-	-	2.2
	下旬	12.9	10.0	9.7	-	-	10.9	1.6	1.9	0.5	-	-	1.3
	月平均	11.7	10.4	9.1	-	-	10.9	2.9	2.8	2.4	-	-	2.7
年平均		10.0	9.7	9.2	*	-	*	14.5	14.9	13.9	*	-	*

月	旬	地表 15時 (°C)						地中 5 cm 9時 (°C)					
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均
1	上旬	0.0	4.8	0.5	0.0	-	1.3	0.2	2.7	0.5	-0.2	-	0.8
	中旬	-0.2	5.6	-0.1	0.8	-	1.5	-0.6	4.0	-0.2	0.2	-	0.9
	下旬	0.2	1.0	0.0	1.4	-	0.7	0.0	0.9	0.0	0.8	-	0.4
	月平均	0.0	3.8	0.1	0.7	-	1.2	-0.1	2.5	0.1	0.3	-	0.7
2	上旬	0.0	1.5	0.0	2.1	-	0.9	-0.1	0.8	0.1	0.7	-	0.4
	中旬	0.3	1.7	0.4	1.2	-	0.9	0.0	0.7	0.1	0.5	-	0.3
	下旬	2.0	2.6	5.8	7.1	-	4.4	0.4	0.8	1.8	3.1	-	1.5
	月平均	0.8	1.9	2.1	3.5	-	2.1	0.1	0.8	0.7	1.4	-	0.8
3	上旬	8.0	7.6	7.0	9.3	-	8.0	4.4	3.1	2.9	5.5	-	4.0
	中旬	12.6	9.3	10.2	12.2	-	11.1	8.7	4.6	4.8	7.2	-	6.3
	下旬	11.3	12.3	12.5	12.3	-	12.1	7.2	7.5	8.8	8.7	-	8.1
	月平均	10.6	9.7	9.9	11.3	-	10.4	6.8	5.1	5.5	7.1	-	6.1
4	上旬	13.5	14.8	16.2	-	-	14.8	8.8	10.1	10.2	-	-	9.7
	中旬	17.2	15.7	18.4	-	-	17.1	12.8	11.6	13.6	-	-	12.7
	下旬	18.5	16.6	16.6	-	-	17.2	14.8	13.1	12.9	-	-	13.6
	月平均	16.5	15.7	17.1	-	-	16.4	12.1	11.6	12.2	-	-	12.0
5	上旬	20.7	22.6	18.6	-	-	20.6	16.0	17.3	14.9	-	-	16.1
	中旬	21.8	22.2	21.9	-	-	22.0	17.7	18.2	17.5	-	-	17.8
	下旬	24.0	25.7	22.9	-	-	24.2	19.1	20.5	19.7	-	-	19.8
	月平均	22.2	23.5	21.1	-	-	22.3	17.6	18.7	17.4	-	-	17.9
6	上旬	25.6	27.0	24.6	-	-	25.7	21.3	21.8	20.8	-	-	21.3
	中旬	26.8	24.9	24.1	-	-	25.3	22.6	20.2	20.7	-	-	21.2
	下旬	23.6	24.3	27.2	-	-	25.0	21.1	22.4	23.0	-	-	22.2
	月平均	25.3	25.4	25.3	-	-	25.3	21.7	21.5	21.5	-	-	21.6
7	上旬	25.9	29.9	30.6	-	-	28.8	22.1	24.8	25.7	-	-	24.2
	中旬	27.1	31.8	33.0	-	-	30.6	24.2	26.5	27.3	-	-	26.0
	下旬	31.7	29.4	31.5	-	-	30.9	26.9	26.2	27.2	-	-	26.8
	月平均	28.2	30.4	31.7	-	-	30.1	24.4	25.8	26.7	-	-	25.6
8	上旬	30.7	32.1	29.0	-	-	30.6	26.9	27.2	25.3	-	-	26.5
	中旬	29.7	31.4	29.8	-	-	30.3	26.2	26.6	25.4	-	-	26.1
	下旬	31.0	31.3	28.8	-	-	30.4	27.1	26.9	25.2	-	-	26.4
	月平均	30.5	31.6	29.2	-	-	30.4	26.7	26.9	25.3	-	-	26.3
9	上旬	29.8	27.1	26.3	-	-	27.7	26.5	24.3	23.2	-	-	24.7
	中旬	28.2	26.9	26.7	-	-	27.3	25.5	24.2	24.1	-	-	24.6
	下旬	27.1	26.2	22.7	-	-	25.3	23.6	21.6	19.0	-	-	21.4
	月平均	28.4	26.7	25.2	-	-	26.8	25.2	23.4	22.1	-	-	23.6
10	上旬	23.2	22.7	21.2	-	-	22.4	21.0	20.3	18.5	-	-	19.9
	中旬	20.4	19.6	17.9	-	-	19.3	17.9	17.3	15.4	-	-	16.9
	下旬	15.9	17.5	16.2	-	-	16.5	12.5	15.4	13.8	-	-	13.9
	月平均	19.8	19.9	18.4	-	-	19.4	17.1	17.7	15.9	-	-	16.9
11	上旬	14.2	14.5	13.5	-	-	14.1	12.6	13.2	11.4	-	-	12.4
	中旬	10.7	11.8	8.9	-	-	10.5	9.5	11.0	7.1	-	-	9.2
	下旬	9.2	9.0	7.0	-	-	8.4	7.4	7.7	4.8	-	-	6.6
	月平均	11.4	11.8	9.8	-	-	11.0	9.8	10.6	7.8	-	-	9.4
12	上旬	6.4	4.6	6.8	-	-	5.9	4.7	3.6	5.2	-	-	4.5
	中旬	4.3	4.7	1.7	-	-	3.6	2.5	3.2	1.6	-	-	2.4
	下旬	3.6	2.9	0.8	-	-	2.4	0.5	2.3	0.7	-	-	1.2
	月平均	4.8	4.1	3.1	-	-	4.0	2.6	3.0	2.5	-	-	2.7
年平均		16.5	17.0	16.1	*	-	*	13.7	14.0	13.1	*	-	*

月	旬	地中 5 cm 15時 (°C)						地中 10 cm 9時 (°C)					
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均
1	上旬	0.2	4.3	0.6	0.0	-	1.3	0.9	3.0	1.3	0.7	-	1.5
	中旬	-0.3	5.4	0.0	0.5	-	1.4	0.1	4.5	0.7	0.8	-	1.5
	下旬	0.0	1.1	0.0	1.3	-	0.6	0.2	1.8	0.5	1.2	-	0.9
	月平均	0.0	3.6	0.2	0.6	-	1.1	0.4	3.1	0.8	0.9	-	1.3
2	上旬	0.1	1.4	0.1	1.6	-	0.8	0.3	1.3	0.5	1.0	-	0.8
	中旬	0.1	1.6	0.2	0.9	-	0.7	0.3	1.3	0.5	0.9	-	0.8
	下旬	1.6	2.2	4.1	6.3	-	3.6	0.4	1.3	2.0	3.0	-	1.7
	月平均	0.6	1.7	1.5	2.9	-	1.7	0.3	1.3	1.0	1.6	-	1.1
3	上旬	7.3	7.1	6.3	8.6	-	7.3	4.3	3.4	3.5	5.7	-	4.2
	中旬	12.2	8.8	9.1	11.4	-	10.4	8.5	4.9	4.9	7.2	-	6.4
	下旬	11.3	11.9	12.0	11.9	-	11.8	7.7	7.6	8.9	8.7	-	8.2
	月平均	10.3	9.3	9.1	10.6	-	9.8	6.8	5.3	5.8	7.2	-	6.3
4	上旬	13.0	14.0	15.2	-	-	14.1	9.1	10.2	9.7	-	-	9.7
	中旬	16.5	15.8	17.6	-	-	16.6	12.2	11.6	13.5	-	-	12.4
	下旬	18.2	16.5	16.1	-	-	16.9	15.0	13.0	13.2	-	-	13.7
	月平均	15.9	15.4	16.3	-	-	15.9	12.1	11.6	12.1	-	-	11.9
5	上旬	20.2	22.3	18.0	-	-	20.2	16.0	16.6	14.9	-	-	15.8
	中旬	21.3	21.6	21.5	-	-	21.5	17.7	18.2	17.6	-	-	17.8
	下旬	23.1	25.0	22.3	-	-	23.5	19.2	20.1	10.5	-	-	16.6
	月平均	21.5	23.0	20.6	-	-	21.7	17.6	18.3	17.3	-	-	17.7
6	上旬	25.1	25.9	24.0	-	-	25.0	21.0	21.5	20.6	-	-	21.0
	中旬	26.0	24.2	23.5	-	-	24.6	22.4	20.2	21.0	-	-	21.2
	下旬	23.0	23.8	26.1	-	-	24.3	21.1	22.1	22.9	-	-	22.0
	月平均	24.7	24.6	24.5	-	-	24.6	21.5	21.3	21.5	-	-	21.4
7	上旬	25.4	28.7	29.2	-	-	27.8	22.2	24.7	25.3	-	-	24.1
	中旬	26.4	30.2	31.1	-	-	29.2	24.2	26.2	26.7	-	-	25.7
	下旬	30.9	28.5	30.5	-	-	30.0	26.8	26.3	26.8	-	-	26.6
	月平均	27.6	29.1	30.3	-	-	29.0	24.4	25.7	26.3	-	-	25.5
8	上旬	30.2	31.2	28.0	-	-	29.8	26.9	27.2	25.6	-	-	26.6
	中旬	29.4	30.1	28.9	-	-	29.5	26.2	26.9	25.4	-	-	26.2
	下旬	30.4	30.3	28.0	-	-	29.6	27.3	27.3	25.4	-	-	26.7
	月平均	30.4	30.5	28.3	-	-	29.7	26.8	27.1	25.5	-	-	26.5
9	上旬	29.7	26.6	25.7	-	-	27.3	26.7	25.1	23.9	-	-	25.2
	中旬	27.9	26.1	26.1	-	-	26.7	26.0	24.6	24.5	-	-	25.0
	下旬	26.7	25.6	22.1	-	-	24.8	24.1	22.5	20.1	-	-	22.2
	月平均	28.1	26.1	24.6	-	-	26.3	25.6	24.1	22.8	-	-	24.2
10	上旬	23.2	22.0	17.3	-	-	20.8	21.9	20.4	18.4	-	-	20.2
	中旬	20.3	19.1	15.7	-	-	18.4	18.8	18.1	16.0	-	-	17.6
	下旬	15.6	17.1	15.7	-	-	16.1	14.6	16.0	14.4	-	-	15.0
	月平均	19.7	19.4	17.8	-	-	19.0	18.4	18.2	16.3	-	-	17.6
11	上旬	14.1	14.4	13.2	-	-	13.9	13.2	13.8	12.2	-	-	13.1
	中旬	10.8	11.9	8.9	-	-	10.5	10.2	11.6	8.2	-	-	10.0
	下旬	9.0	9.0	6.7	-	-	8.2	8.2	8.4	5.9	-	-	7.5
	月平均	11.3	11.8	9.6	-	-	10.9	10.5	11.3	8.8	-	-	10.2
12	上旬	6.4	4.6	6.8	-	-	5.9	5.7	4.9	6.0	-	-	5.5
	中旬	4.1	4.4	1.7	-	-	3.4	3.7	4.0	2.6	-	-	3.4
	下旬	0.6	2.8	0.7	-	-	1.4	1.5	3.3	1.5	-	-	2.1
	月平均	3.7	3.9	3.1	-	-	3.6	3.6	4.1	3.4	-	-	3.7
年平均		16.1	16.5	15.5	*	*	16.1	14.0	14.3	13.5	*	*	*

月	旬	地中 10 cm 15時 (°C)						地中 30 cm 9時 (°C)					
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均
1	上旬	0.9	3.5	1.3	0.7	-	1.6	3.5	4.5	3.7	2.9	-	3.7
	中旬	0.2	4.9	0.7	0.9	-	1.7	2.6	5.9	2.7	2.5	-	3.4
	下旬	0.2	1.7	0.5	1.4	-	1.0	2.1	4.2	1.9	2.5	-	2.7
	月平均	0.4	3.4	0.8	1	-	1.4	2.7	4.9	2.8	2.6	-	3.3
2	上旬	0.4	1.3	0.5	1.2	-	0.9	2	3.2	1.8	2.2	-	2.3
	中旬	0.3	1.5	0.6	1	-	0.9	1.8	3.1	1.7	2.3	-	2.2
	下旬	0.5	1.4	2.8	4.3	-	2.3	1.7	2.8	2.7	3.4	-	2.7
	月平均	0.4	1.4	1.3	2.2	-	1.3	1.8	3	2.1	2.6	-	2.4
3	上旬	5.4	4.6	4.5	6.9	-	5.4	4.9	4.3	4.3	6.2	-	4.9
	中旬	10.1	6.4	6.6	9	-	8.0	8	5.9	5.5	7.7	-	6.8
	下旬	9.2	9.4	10.2	10.1	-	9.7	9.1	8.2	9.1	9.1	-	8.9
	月平均	8.2	6.8	7.1	8.7	-	7.7	7.3	6.1	6.3	7.7	-	6.9
4	上旬	10.8	11.9	12.3	-	-	11.7	10	10.3	9.8	-	-	10.0
	中旬	14	13.6	15.5	-	-	14.4	11.9	12.2	13.4	-	-	12.5
	下旬	16.4	14.6	14.9	-	-	15.3	14.7	13.5	13.7	-	-	14.0
	月平均	13.7	13.4	14.2	-	-	13.8	12.2	12	12.3	-	-	12.2
5	上旬	18.1	19.1	16.2	-	-	17.8	16.1	15.8	14.6	-	-	15.5
	中旬	19.6	19.9	19.7	-	-	19.7	17.8	17.9	17.3	-	-	17.7
	下旬	21	22.6	21	-	-	21.5	19	19.4	19.1	-	-	19.2
	月平均	19.6	20.5	19	-	-	19.7	17.6	17.7	17	-	-	17.4
6	上旬	23.6	23.7	22.4	-	-	23.2	20.5	21.1	20.2	-	-	20.6
	中旬	24.2	22.2	22.3	-	-	22.9	21.9	20.5	20.8	-	-	21.1
	下旬	22.1	22.9	24.4	-	-	23.1	21.1	21.7	22	-	-	21.6
	月平均	23.3	22.9	23	-	-	23.1	21.2	21.1	21	-	-	21.1
7	上旬	23.9	26.8	27.5	-	-	26.1	22.4	24.2	24.6	-	-	23.7
	中旬	25.3	28.5	29.1	-	-	27.6	23.9	25.4	26.1	-	-	25.1
	下旬	28.8	27.6	28.8	-	-	28.4	26.5	26.3	26.6	-	-	26.5
	月平均	26	27.6	28.5	-	-	27.4	24.3	25.3	25.8	-	-	25.1
8	上旬	28.8	29.7	26.9	-	-	28.5	26.9	27	25.7	-	-	26.5
	中旬	28.2	29	27.1	-	-	28.1	26.2	27.1	25.3	-	-	26.2
	下旬	29.1	29.1	26.7	-	-	28.3	27.5	27.3	25.4	-	-	26.7
	月平均	28.7	29.3	26.9	-	-	28.3	26.9	27.1	25.5	-	-	26.5
9	上旬	28.3	26.2	24.9	-	-	26.5	27	26	24.7	-	-	25.9
	中旬	27.3	25.6	25.5	-	-	26.1	26.7	25	24.9	-	-	25.5
	下旬	25.6	24.6	21.3	-	-	23.8	24.9	24.2	22.3	-	-	23.8
	月平均	27.1	25.5	23.9	-	-	25.5	26.2	25.1	24	-	-	25.1
10	上旬	22.9	21.4	19.4	-	-	21.2	23.7	22	19.7	-	-	21.8
	中旬	19.8	18.9	16.8	-	-	18.5	20.6	20	17.8	-	-	19.5
	下旬	15.3	17	15.1	-	-	15.8	17	17.8	15.9	-	-	16.9
	月平均	19.3	19.1	17.1	-	-	18.5	20.4	19.9	17.8	-	-	19.4
11	上旬	14.1	14.3	12.8	-	-	13.7	14.9	15.6	14.2	-	-	14.9
	中旬	10.9	12	8.7	-	-	10.5	13.2	13.8	11.2	-	-	12.7
	下旬	8.8	8.9	6.5	-	-	8.1	11.1	10.9	9	-	-	10.3
	月平均	11.3	11.7	9.3	-	-	10.8	13.1	13.4	11.5	-	-	12.7
12	上旬	6.2	5.2	6.4	-	-	5.9	8.8	8.3	8.2	-	-	8.4
	中旬	4.1	4.4	2.5	-	-	3.7	6.8	6.5	5.7	-	-	6.3
	下旬	1.5	3.3	1.6	-	-	2.1	4.7	6.1	4	-	-	4.9
	月平均	3.9	4.3	3.5	-	-	3.9	6.8	7	6	-	-	6.6
年平均		15.2	15.5	14.6	*	*	*	15	15.2	14.3	*	*	*

月	旬	地中 50 cm 9時 (°C)						地中 1 m 9時 (°C)					
		1999	2000	2001	2002		平均	1999	2000	2001	2002		平均
1	上旬	5.4	6.0	5.6	4.6	-	5.4	9.9	10.2	10.1	8.8	-	9.8
	中旬	4.5	6.7	4.5	4.0	-	4.9	9.0	9.5	8.8	8.1	-	8.9
	下旬	3.8	5.6	3.6	3.5	-	4.1	8.0	9.0	7.7	6.8	-	7.9
	月平均	4.6	6.1	4.6	4.0	-	4.8	9.0	9.6	8.9	7.9	-	8.9
2	上旬	3.4	4.5	3.1	3.1	-	3.5	7.2	8.1	6.8	6.1	-	7.1
	中旬	3.2	4.3	2.8	3.2	-	3.4	6.7	7.5	6.1	5.8	-	6.5
	下旬	3.0	3.9	3.2	3.8	-	3.5	6.2	7.2	5.8	5.8	-	6.3
	月平均	3.2	4.2	3.0	3.4	-	3.5	6.7	7.6	6.2	5.9	-	6.6
3	上旬	4.9	4.6	4.4	5.8	-	4.9	6.3	6.9	5.8	6.5	-	6.4
	中旬	7.2	6.0	5.4	7.2	-	6.5	7.2	7.3	6.3	7.3	-	7.0
	下旬	8.9	7.7	8.3	8.7	-	8.4	8.4	8.1	7.5	8.3	-	8.1
	月平均	7.0	6.1	6.0	7.2	-	6.6	7.3	7.4	6.5	7.4	-	7.2
4	上旬	9.6	9.7	9.2	-	-	9.5	9.2	9.0	8.6	-	-	8.9
	中旬	11.1	11.5	12.1	-	-	11.6	10.0	10.3	10.0	-	-	10.1
	下旬	13.6	12.7	12.9	-	-	13.1	11.6	11.3	11.1	-	-	11.3
	月平均	11.4	11.3	11.4	-	-	11.4	10.3	10.2	9.9	-	-	10.1
5	上旬	15.1	14.4	13.8	-	-	14.4	13.0	12.3	12.1	-	-	12.5
	中旬	16.7	16.5	15.8	-	-	16.3	14.2	13.7	13.3	-	-	13.7
	下旬	17.8	17.8	17.7	-	-	17.8	15.2	15.0	14.8	-	-	15.0
	月平均	16.5	16.2	15.8	-	-	16.2	14.1	13.7	13.4	-	-	13.7
6	上旬	19.1	19.6	19.0	-	-	19.2	16.2	16.4	16.3	-	-	16.3
	中旬	20.4	19.7	19.9	-	-	20.0	17.3	17.5	17.4	-	-	17.4
	下旬	20.2	20.6	20.8	-	-	20.5	18.1	18.4	18.2	-	-	18.2
	月平均	19.9	20.0	19.9	-	-	19.9	17.2	17.4	17.3	-	-	17.3
7	上旬	21.4	22.5	22.8	-	-	22.2	19.4	19.7	19.4	-	-	19.5
	中旬	22.8	23.9	24.2	-	-	23.6	20.8	21.2	20.4	-	-	20.8
	下旬	24.9	25.1	25.1	-	-	25.0	21.9	22.1	21.4	-	-	21.8
	月平均	23.0	23.8	24.0	-	-	23.6	20.7	21.0	20.4	-	-	20.7
8	上旬	25.6	25.6	24.7	-	-	25.3	22.7	22.6	21.8	-	-	22.4
	中旬	25.8	26.0	24.3	-	-	25.4	24.3	23.2	21.9	-	-	23.1
	下旬	26.6	26.2	24.6	-	-	25.8	24.8	23.6	22.5	-	-	23.6
	月平均	26.0	25.9	24.5	-	-	25.5	23.9	23.1	22.1	-	-	23.0
9	上旬	26.4	25.6	24.3	-	-	25.4	24.7	23.7	22.7	-	-	23.7
	中旬	26.1	24.9	24.5	-	-	25.2	24.6	24.3	23.4	-	-	24.1
	下旬	24.9	24.2	22.7	-	-	23.9	24.2	24.1	22.7	-	-	23.7
	月平均	25.8	24.9	23.8	-	-	24.8	24.5	24.0	22.9	-	-	23.8
10	上旬	23.8	22.5	20.4	-	-	22.2	23.6	23.2	21.4	-	-	22.7
	中旬	21.7	20.6	18.6	-	-	20.3	22.5	21.8	20.0	-	-	21.4
	下旬	18.4	18.7	16.7	-	-	17.9	20.8	20.4	18.6	-	-	19.9
	月平均	21.3	20.6	18.6	-	-	20.2	22.3	21.8	20.0	-	-	21.4
11	上旬	16.4	16.6	15.3	-	-	16.1	18.7	18.8	17・3	-	-	18.8
	中旬	14.6	15.0	12.7	-	-	14.1	17.3	17.5	15.5	-	-	16.8
	下旬	12.6	12.4	10.6	-	-	11.9	15.8	15.5	14.2	-	-	15.2
	月平均	14.5	14.7	12.9	-	-	14.0	17.3	17.3	15.7	-	-	16.8
12	上旬	10.6	10.2	9.5	-	-	10.1	14.4	14.1	13.0	-	-	13.8
	中旬	8.7	8.2	7.5	-	-	8.1	13.0	12.6	11.7	-	-	12.4
	下旬	6.8	7.6	5.8	-	-	6.7	11.4	11.4	10.3	-	-	11.0
	月平均	8.7	8.7	7.6	-	-	8.3	12.9	12.7	11.7	-	-	12.4
年平均		15.2	15.2	14.3	*	*	*	15.5	15.5	14.6	*	*	*

月	旬	降水量合計 (mm)						9時の相対湿度の平均 (%)						
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均	
1	上旬	0.0	17.2	0.0	0.0	33.0	10.0	上旬	53	79	72	69	82	71
	中旬	0.0	53.0	58.0	8.6	5.0	24.9	中旬	53	82	69	71	76	70
	下旬	19.4	0.0	-	129.8	61.7	*	下旬	56	63	63	56	82	64
	月合計	19.4	70.2	58.0	138.4	99.7	77.1	月平均	54	75	68	65	80	68
2	上旬	0.0	4.6	15.6	23.6	18.1	12.4	上旬	48	53	66	66	70	61
	中旬	23.6	0.7	0.8	0.5	17.6	8.6	中旬	53	58	68	68	80	65
	下旬	13.7	1.0	13.1	3.3	5.5	7.3	下旬	50	42	66	66	81	61
	月合計	37.3	6.3	29.5	27.4	41.2	28.3	月平均	50	51	67	67	77	62
3	上旬	14.4	2.2	50.3	3.9	142.2	42.6	上旬	61	49	59	78	68	63
	中旬	56.2	23.3	0.8	0.8	14.5	19.1	中旬	76	60	55	64	71	65
	下旬	68.2	82.8	48.5	149.0	13.7	72.4	下旬	75	57	76	84	71	73
	月合計	138.8	108.3	99.6	153.7	170.4	134.2	月平均	71	55	63	75	70	67
4	上旬	7.8	33.6	8.4	4.9	102.1	31.4	上旬	65	67	63	76	76	69
	中旬	151.7	100.5	5.6	19.3	9.2	57.3	中旬	80	63	67	82	79	74
	下旬	111.0	68.5	11.3	54.9	16.0	52.3	下旬	80	72	68	83	84	77
	月合計	270.5	202.6	25.3	79.1	127.3	141.0	月平均	75	67	66	80	80	74
5	上旬	83.9	0.8	89.4	15.4	25.1	42.9	上旬	65	69	80	84	76	75
	中旬	29.3	30.7	20.4	99.2	42.6	44.4	中旬	79	84	68	93	93	83
	下旬	25.6	31.4	99.4	18.7	45.4	44.1	下旬	68	76	84	82	85	79
	月合計	138.8	62.9	209.2	133.3	113.1	131.5	月平均	71	76	77	86	85	79
6	上旬	10.8	13.8	52.4	17.0	98.0	38.4	上旬	69	71	76	81	86	77
	中旬	6.1	119.8	86.5	80.9	31.8	65.0	中旬	78	87	88	92	91	87
	下旬	147.4	80.5	4.1	86.7	98.0	83.3	下旬	87	86	87	93	91	89
	月合計	164.3	214.1	143.0	184.6	227.8	186.8	月平均	78	81	84	89	89	84
7	上旬	71.9	177.2	1.3	69.5	56.5	75.3	上旬	83	76	73	91	97	84
	中旬	217.7	6.1	0.3	115.8	67.5	81.5	中旬	92	78	70	87	95	84
	下旬	23.5	69.3	23.4	27.9	146.1	58.0	下旬	74	87	75	87	95	84
	月合計	313.1	252.6	25.0	213.2	270.1	214.8	月平均	83	80	73	88	96	84
8	上旬	63.4	46.4	2.4	13.9	44.6	34.1	上旬	79	79	82	73	91	81
	中旬	387.8	41.2	23.0	219.4	316.7	197.6	中旬	81	83	85	87	95	86
	下旬	48.8	4.4	191.1	19.1	32.0	59.1	下旬	81	85	86	79	91	84
	月合計	500.0	92.0	216.5	252.4	393.3	290.8	月平均	80	82	84	80	92	84
9	上旬	11.4	55.8	70.6	176.8	2.7	63.5	上旬	80	88	90	90	93	88
	中旬	21.0	448.3	164.1	22.4	8.6	132.9	中旬	86	92	89	91	84	88
	下旬	92.9	97.5	42.4	66.8	113.8	82.7	下旬	84	78	76	91	95	85
	月合計	125.3	601.6	277.1	266.0	125.1	279.0	月平均	83	86	85	91	91	87
10	上旬	0.9	57.3	134.8	235.9	3.3	86.4	上旬	74	87	86	94	89	86
	中旬	31.9	4.2	142.9	37.8	81.2	59.6	中旬	80	85	85	90	86	85
	下旬	83.3	98.1	48.3	49.9	47.2	65.4	下旬	78	88	83	90	92	86
	月合計	116.1	159.6	326.0	323.6	131.7	211.4	月平均	77	87	85	91	89	86
11	上旬	26.8	66.4	116.7	2.8	54.7	53.5	上旬	83	84	84	90	93	87
	中旬	27.0	37.4	14.1	-	25.3	*	中旬	81	82	81	84	93	84
	下旬	9.3	58.6	0.0	26.4	82.6	35.4	下旬	85	79	74	88	93	84
	月合計	63.1	162.4	130.8	29.2	162.6	109.6	月平均	83	82	80	87	93	85
12	上旬	2.9	0.0	16.5	62.1	97.6	35.8	上旬	77	76	79	93	88	83
	中旬	0.8	8.4	5.2	9.2	13.5	7.4	中旬	69	76	71	87	86	78
	下旬	0.0	0.3	5.5	38.2	0.0	8.8	下旬	53	69	65	83	89	72
	月合計	3.7	8.7	27.2	109.5	111.1	52.0	月平均	66	74	72	88	88	78
年合計		1890.4	1935.3	*	*	121.4	*	年平均	73	75	75	82	86	78

月	旬	風速 9時 (m/s)						風速 15時 (m/s)					
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均
1	上旬	1.7	0.8	0.8	0.7	0.5	0.9	0.8	0.7	1.7	1.3	—	1.1
	中旬	1.2	1.5	1.5	0.8	1.2	1.2	1.5	1.3	1.7	2.2	—	1.7
	下旬	1.7	0.7	1.7	1.3	0.5	1.2	1.8	3.3	1.0	4.2	—	2.6
	月平均	1.5	1.0	1.3	0.9	0.7	1.1	1.4	1.8	1.5	2.6	—	1.8
2	上旬	1.3	1.2	0.7	0.8	0.7	0.9	2.5	2.7	1.7	2.7	—	2.4
	中旬	2.2	0.8	0.7	2.3	0.8	1.4	2.7	3.0	3.3	2.8	—	3.0
	下旬	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0	0.9	2.3	2.5	3.5	2.3	—	2.7
	月平均	1.5	0.9	0.7	1.3	0.8	1.0	2.5	2.7	2.8	2.6	—	2.7
3	上旬	2.7	1.3	2.3	1.7	1.2	1.8	5.3	3.8	3.5	2.8	—	3.9
	中旬	1.3	1.8	2.7	2.5	1.2	1.9	5.2	2.7	5.5	6.2	—	4.9
	下旬	1.3	5.3	2.0	1.2	1.8	2.3	4.0	3.3	4.7	3.8	—	4.0
	月平均	1.8	2.8	2.3	1.8	1.4	2.0	4.8	3.3	4.6	4.3	—	4.3
4	上旬	3.8	2.5	3.8	1.5	2.0	2.7	6.7	3.5	4.8	—	—	5.0
	中旬	6.2	2.8	2.8	5.0	1.3	3.6	4.7	5.2	4.3	—	—	4.7
	下旬	2.8	2.0	2.3	2.0	1.7	2.2	3.3	5.5	3.8	—	—	4.2
	月平均	4.3	2.4	3.0	2.8	1.7	2.8	4.9	4.7	4.3	—	—	4.6
5	上旬	2.7	2.5	2.2	2.5	4.8	2.9	4.5	3.7	4.7	—	—	4.3
	中旬	3.0	1.2	1.5	1.3	1.7	1.7	3.7	3.2	4.2	—	—	3.7
	下旬	3.8	2.5	1.7	1.8	1.2	2.2	4.2	3.8	2.7	—	—	3.6
	月平均	3.2	2.1	1.8	1.9	2.6	2.3	4.1	3.6	3.9	—	—	3.9
6	上旬	1.3	2.5	1.2	1.8	1.0	1.6	3.7	5.0	2.7	—	—	3.8
	中旬	1.8	0.8	2.0	1.2	4.3	2.0	3.8	3.5	2.8	—	—	3.4
	下旬	2.5	2.3	1.2	1.2	1.7	1.8	4.3	3.8	2.2	—	—	3.4
	月平均	1.9	1.9	1.5	1.4	2.3	1.8	3.9	4.1	2.6	—	—	3.5
7	上旬	2.0	1.5	2.2	3.5	1.7	2.2	2.3	2.2	3.5	—	—	2.7
	中旬	1.3	1.7	2.7	5.2	0.8	2.3	3.0	2.8	4.3	—	—	3.4
	下旬	3.2	4.0	1.3	1.2	1.0	2.1	4.3	4.3	3.5	—	—	4.0
	月平均	2.2	2.4	2.1	3.3	1.2	2.2	3.2	3.1	3.8	—	—	3.4
8	上旬	2.5	1.7	1.0	2.2	0.3	1.5	3.3	3.2	2.0	—	—	2.8
	中旬	2.7	0.7	0.5	2.2	1.0	1.4	3.5	2.2	1.8	—	—	2.5
	下旬	1.5	1.5	3.7	1.0	0.8	1.7	3.8	3.2	2.5	—	—	3.2
	月平均	2.2	1.3	1.7	1.3	0.7	1.4	3.5	2.9	2.1	—	—	2.8
9	上旬	1.7	2.0	0.8	3.0	0.3	1.6	3.0	3.0	3.2	—	—	3.1
	中旬	4.7	1.8	1.7	0.7	0.8	1.9	3.8	1.2	2.7	—	—	2.6
	下旬	2.8	0.7	1.5	0.7	0.2	1.2	3.2	1.0	1.7	—	—	2.0
	月平均	3.1	1.5	1.3	1.5	0.4	1.6	3.3	1.7	2.5	—	—	2.5
10	上旬	1.0	0.3	0.5	2.0	0.0	0.8	2.3	1.3	0.8	—	—	1.5
	中旬	1.2	0.8	0.5	0.8	—	0.8	2.8	0.7	2.3	—	—	1.9
	下旬	0.8	0.5	1.0	1.3	—	0.9	3.0	2.8	1.0	—	—	2.3
	月平均	1.0	0.5	0.7	1.4	—	0.9	2.7	1.6	1.4	—	—	1.9
11	上旬	1.2	0.7	0.5	0.3	—	0.7	2.2	2.7	1.0	—	—	2.0
	中旬	0.7	0.5	0.3	0.7	—	0.6	1.2	0.8	3.3	—	—	1.8
	下旬	1.0	1.0	1.3	0.0	—	0.8	2.2	0.8	2.5	—	—	1.8
	月平均	1.0	0.7	0.7	0.3	—	0.7	1.9	1.4	2.3	—	—	1.9
12	上旬	0.8	0.8	1.3	0.0	—	0.7	1.8	1.5	0.7	—	—	1.3
	中旬	1.0	0.7	1.5	0.3	—	0.9	1.5	2.5	1.8	—	—	1.9
	下旬	1.8	0.7	0.5	1.3	—	1.1	2.7	1.5	2.3	—	—	2.2
	月平均	1.2	0.7	1.1	0.5	—	0.9	2.0	1.8	1.6	—	—	1.8
年平均		2.1	1.5	1.5	1.6	*	*	3.2	2.7	2.8	*	—	*

月	旬	風向 9時						風向 15時						
		1999	2000	2001	2002	2003	平均	1999	2000	2001	2002	2003	平均	
1	上旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
	中旬	SE	SE	SE	SE	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
	下旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	S	SE	SE	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
2	上旬	SE	SE	SE	SE	S,E	SE	SE	SE	S	SE	SE	-	SE
	中旬	SE	SE	SE	SE	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
	下旬	SE,E	SE	SE,E	SE	SE,E,S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
3	上旬	SE	SE	SE	SE	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
	中旬	SE,E	SE	SE	SE	S,SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
	下旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE,E	SE	SE	SE	SE	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	S,SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	SE
4	上旬	SE	SE	SE	SE	S,SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	中旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	E	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
5	上旬	E	SE	SE	SE,E	SE	SE	SE	SE	E	-	-	-	SE
	中旬	SE	SE	SE	SE	S	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	下旬	E	SE	SE	SE	S	SE	E	SE	SE	-	-	-	SE
	月平均	E	SE	SE	SE	S	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
6	上旬	SE	SE	SE,E	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	中旬	SE	E	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
7	上旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE,E	-	-	-	SE
	中旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	SE,E,S	SE	SE	SE	SE	SE	E	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE,E	-	-	-	SE
8	上旬	SE	SE	SE	SE,S	SE	SE	E	SE	SE	-	-	-	SE
	中旬	SE	SE	SE	SE,E	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	SE,S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
9	上旬	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	中旬	SE	E	SE	SE	SE,E	SE	SE,S	SE	SE	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	SE	SE	SE,S	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
10	上旬	SE	SE	SE,E	SE,S	SE	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	中旬	SE,E	SE	SE	S	-	SE	SE	SE	S	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	S	SE	-	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE,S	-	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
11	上旬	SE	E	SE,S	SE,S	-	SE	SE	SE	S	-	-	-	SE
	中旬	SE	SE	S	SE,S	-	SE	SE	E	SE,S	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	SE	S	-	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE,S	S	-	SE	SE	SE	SE,S	-	-	-	SE
12	上旬	SE	SE	S	SE	-	SE	SE	SE,N	S	-	-	-	SE
	中旬	SE	SE	SE	SE	-	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	下旬	SE	SE	SE	SE,S	-	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
	月平均	SE	SE	SE	SE	-	SE	SE	SE	SE	-	-	-	SE
年平均		SE	SE	SE	SE	*	SE	SE	SE	SE	*	-	-	SE

研究資料

フィールドミュージアム草木の長期生態学研究
固定調査地における毎木調査資料*1

渡辺 直明*2・桑原 誠*3・金子 稔*3・星野 茂雄*3・桑原 繁*4・金子喜一郎*3

Distribution and growth of trees at a long term ecological research plot
in Kusaki Field Museum of TUAT*1Naoaki WATANABE*2, Makoto KUWABARA*3, Mionoru KANEKO*3, Shigeo HOSHINO*3,
Shigeru KUWABARA*4 and Kiichirou KANEKO*3

For a long term forest ecological research, we made a deciduous broad-leaved forest plot of one hectare quadrangle in Kusaki University Forest of TUAT, located in Gunma prefecture, Japan. The spatial distribution and populations of trees were recorded. Among fifty six species, *Fraxinus platypoda*, *Castanea crenata* and *Quercus crispula* have large basal area at breast height in the plot.

Keyword : deciduous broad-leaved forest, LTER, *Fraxinus*, *Qeucus*, forest plot,

FM 草木 7 林班ほ小班内で落葉広葉樹を中心とした森林について長期生態学研究を行う100 m 四方の固定調査地を2005年に設けた。調査地内の胸高周囲長15 cm 以上の全ての樹木について樹種、胸高周囲、樹高と位置を記録した。出現種数は56種で、胸高断面積合計ではシオジ、クリ、ミズナラが多かった。

キーワード：落葉広葉樹林、長期生態学研究、シオジ、ミズナラ、森林調査地

1. はじめに

長期生態学研究にはモニタリングが欠かせないが、どんな機関であっても、完全に継続していくことの保証は得にくいことが多い。種の存否を問うような内容は、これまで本学で行ってきた1), 2), 3) のような形式のインベントリーでも可能であるが、個体や群落の動態を扱う場合4) には固定調査地が必要である。そこで、調査地のデータを公表することで内外の多数の研究者の利用を促進し、調査が途絶えないようにすると同時に、万が一、将来調査が途絶えても調査地を再現できる堅牢さで固定調査地を設定した。

2. 調査地と調査方法

固定調査地は FM 草木 7 林班ほ小班内に100 m ×

100 m の方形区として設けた。本小班は馬蹄形の FM 草木の東端にあり、薪炭林の時代からアクセスが悪く、利用されなかったため広い面積の広葉樹林が残り、現在は保護林として扱われ、面積53.3 ha で、最終更新年が1893年とされ、この FM では最も古い林分である。調査地は小班内の南西に位置し、スギ・ヒノキの人工林である同林班ほ 2 小班と近接している。

方形区の設定はポケットコンパスを用いて、現場の距離と傾斜を測りながら、水平距離を算出して10 m ごとのクイを埋め込んでいった。重量と硬さが十分にあり、動物の加害を受けにくい廃プラスチック再生クイを使用した。

対象とする樹木は胸高周囲長15 cm 以上とした。下限の太さの樹木については予備的に記録したものもある。各樹木の位置の記録については、方形区周

*1 Received Jan., 2007; Accepted Jan. 2007

*2 東京農工大学農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター 〒183-8509 東京都府中市幸町3-5-8: Field Science Center, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan

*3 同 FM 草木: FM Kusaki

*4 同 FM 大谷山: FM Oyasann

囲に水平距離で2 mの位置に仮クイを打ち、それを目安に目測で算定した。

胸高周囲長は山側に立ち、地上から1.3 mの高さでタジマ製のスチールメジャー EPK-2 を用いて測定し、斜上する幹の場合にも、幹地際から垂直に1.3 mの高さから水平に伸ばした位置で測定した。ただし、幹の生長方向に直角となる方向の最小周囲長とした。測定した周囲にはペンキと油性インクで印をつけ、再度測定する際に位置が変動しないようにした。この測定位置の上部にはステンレス製の釘を打ち込み、この釘に連続数字が打ち込まれたアルミ製の番号札をぶら下げ、樹木番号とした。また、この札の下端が1.3 mとなるように調整し、上記のペンキなどと併せて胸高位置の印とした。

20 m 四方の方形区に1つとなるように計25カ所にリタートラップを設置した。リターの回収は月1回とし、落葉期は回数を増やした。また、冬季は積雪で破損するので、12月から3月まではリタートラップを撤去し、4月に再設置することにした。イ

ノシヤクマなど動物の被害を受けたため、トウガラシを底に入れておく対策をとった。これらのリタートラップの回収物はトラップ毎に時期別、樹種別、部位別の乾重測定をしているが、このデータは次回に公表する予定である。

3. 結果と考察

調査は2004年から予備調査を始め、2005年に方形区の設定と全ての個体の記録が完遂し、2006年には1年後の記録を行った。これらのデータに基づき、全ての個体の位置図をCAD (図-1) で作成した。この図ではX座標が東西に、Y座標が南北となっている。図の上がほぼ北である。Y 2 から Y 5 にかけて広い谷が東を上流側として東西に走り、北側では、そこから斜面を Y の数字が大きくなると登っていくことになる。全ての個体で見ると、Y 5 辺りから急斜面となり土壌が乾燥すると本数密度が高くなり、沢内では少ないことが一目瞭然で分かる。大木を例にとると Y 5 以下にシオジが、Y 6 から上

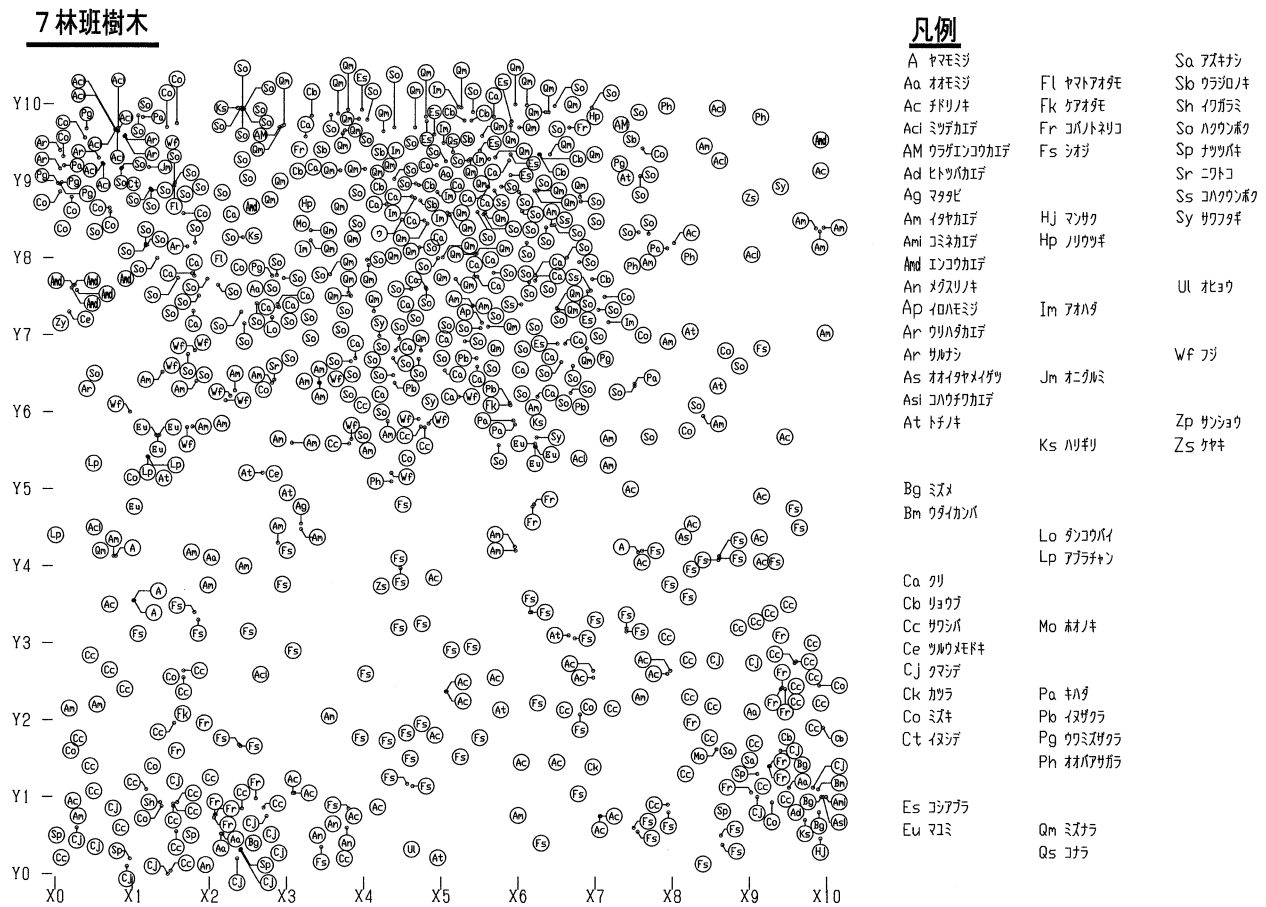


図-1 固定調査地内の胸高周囲長15 cm 以上の樹木分布図

図の上部が北で、X 0 を原点として10 m 毎に X 1, X 2 と続き、Y 軸も同様である。表-1 の方形区の座標に対応している。

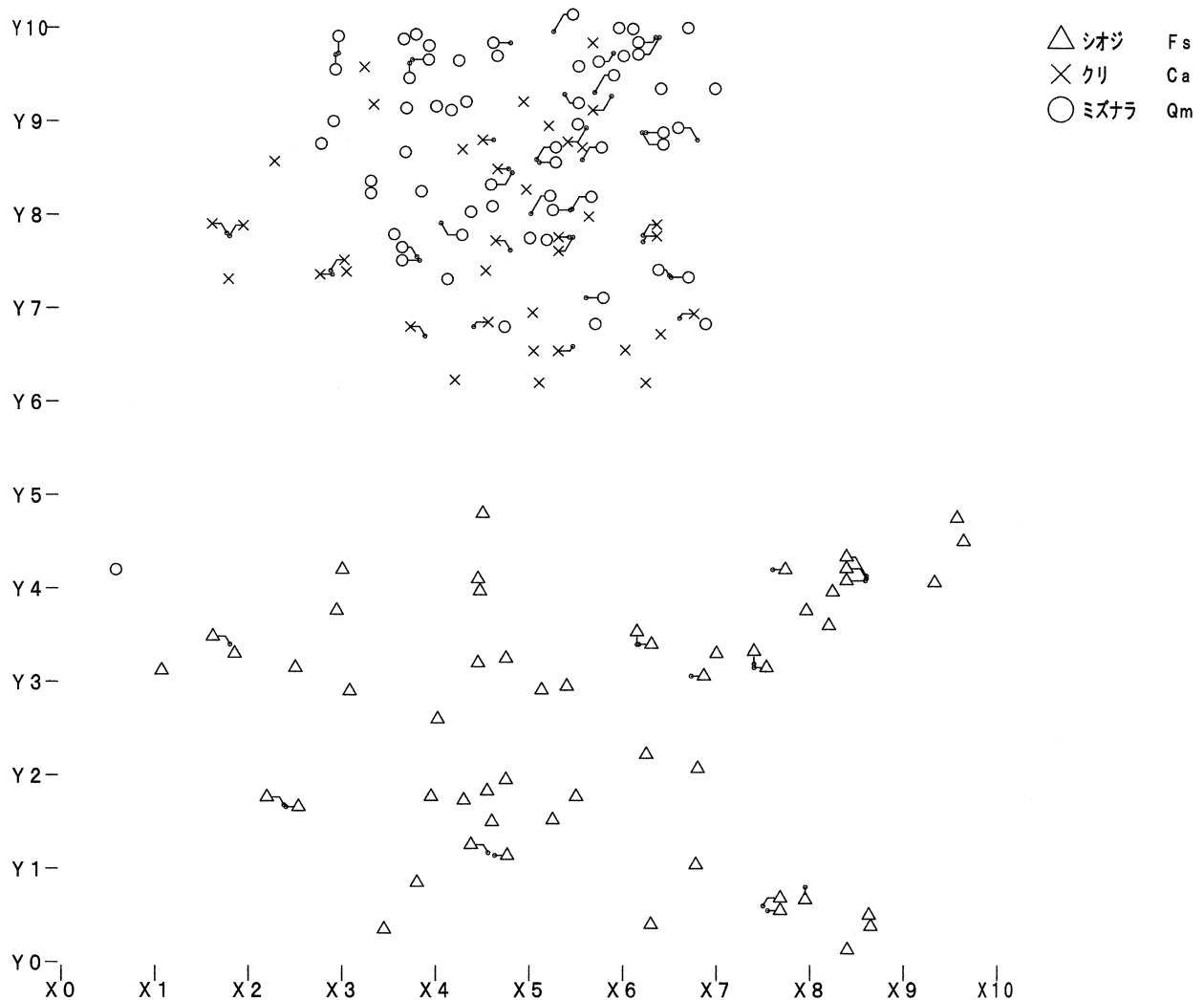


図-2 シオジ, クリ, ミズナラの固定調査地内での分布

Y 3 から Y 10 にかけて南向き斜面で、谷部にシオジが、中腹以上にクリ、ミズナラが分布している。

△ シオジ, × クリ, ○ ミズナラ

にクリとミズナラが分布している (図-2)。X 7・Y 5 辺りからは X 10・Y 10 にかけてシオジが育たない沢の地形があることや X 8・Y 2 辺りから尾根を挟んで沢が分岐することなども樹種分布から読み取れる。

各方形区内の樹木位置と胸高周囲長などの資料は表-1にまとめた。2004年の段階では斜上する個体の胸高位置が斜上距離1.3mであったため、2005年に垂直の高さとして測り直して改めた。しかし、胸高周囲長の数値が2006年に減少している個体がいくつかあり、大径木の測定位置には十分注意しなくてはならない。出現種数は56種で、本数ではハクウンボクの127本が最多で、ミズナラ、シオジ、サワシバ、イタヤカエデで、胸高断面面積合計では、シオジ、クリ、ミズナラ、イタヤカエデ、ミズキの順となっている。本数で20%を占めるハクウンボクは胸

高断面面積を用いた相対優占度では3.7%に過ぎない。シオジ21%、クリ20%、ミズナラ13%、イタヤカエデ、ミズキがそれぞれ約8%で、これら上位5種で70%を越える。全樹種の胸高断面面積合計は28.3 m²であり、北関東の西の秩父山地で調査されたブナ林の値4)に比べると6割程度と、少ない。ha当たりの本数でも630本と約半分である。調査地の設定がシオジの多い沢を中心に行っているため、シオジの大きな樹冠で斜面上部の樹種も抑えられている場所となっていることが考えられる。中腹・尾根型の地形での平均的な場所を調査に反映させるためには1 haでは面積が不足しているようなので、今後、調査地の拡大を予定している。

4. 引用文献

- 1) 岸 洋一・金子喜一郎・桑原 繁・松崎秀司・

- 内田武次 (1999) 東京農工大学演習林における動物生息状況の記録 (1960~1995) (第1報) 哺乳類. 森林環境資源科学, 37: 53-59.
- 2) 岸 洋一・金子喜一郎・桑原 繁・松崎秀司・内田武次 (2001) 東京農工大学演習林における動物生息状況の記録 (1960~2000) (第2報) 鳥類・蛇類・蛙. 森林環境資源科学, 39: 107-112.
- 3) 桑原 繁 (2002) 東京農工大学フィールドミュージアム (FM) における樹木生育状況の記録 (1990・2001). フィールドサイエンス 1: 67-76.
- 4) 澤田春雄・大久保達弘・梶 幹男・大村和也 (2005) 秩父山地帯天然林における植生型および樹種個体群の空間分布と地形依存性. 日林誌 87 (4): 293-303.

表-1 草木7林班ほ小班内の固定調査地の毎木資料

方形区の X座標	方形区の Y座標	個 体 タグ 番号	幹のX座標 (m)	幹のY座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X0-X1	Y0-Y1	7	3.0	7.5	イタヤカエデ	9.0	33.8	33.7	
X0-X1	Y0-Y1	2	5.2	3.5	クマシデ	10.0	42.6	42.5	
X0-X1	Y0-Y1	3	9.3	1.0	クマシデ	13.0	70.3	70.0	
X0-X1	Y0-Y1	6	7.3	8.5	クマシデ	13.5	59.8	59.2	
X0-X1	Y0-Y1	8	2.8	6.0	クマシデ	11.0	49.5	49.1	
X0-X1	Y0-Y1	1	0.8	2.1	サワシバ	9.0	44.5	43.3	
X0-X1	Y0-Y1	5	8.5	6.0	サワシバ	5.0	21.6	21.5	
X0-X1	Y0-Y1	10	2.3	9.5	チドリノキ	6.5	28.5	28.4	
X0-X1	Y0-Y1	4	9.7	2.0	ナツツバキ	5.5	23.6	23.5	
X0-X1	Y0-Y1	9	0.2	5.0	ナツツバキ	3.5	15.7	15.4	梢枯
X0-X1	Y1-Y2	117	5.0	0.8	サワシバ	7.0	20.5	20.9	
X0-X1	Y1-Y2	118	4.5	4.0	サワシバ	12.0	57.0	57.5	
X0-X1	Y1-Y2	120	3.0	7.6	サワシバ	5.5	19.7	20.0	
X0-X1	Y1-Y2	119	2.0	6.0	ミズキ	18.0	151.1	152.2	
X0-X1	Y2-Y3	121	1.8	1.5	イタヤカエデ	13.0	57.7	58.0	
X0-X1	Y2-Y3	122	5.4	2.0	イタヤカエデ	18.0	104.8	105.3	
X0-X1	Y2-Y3	123	9.0	4.0	サワシバ	5.0	26.4	26.7	
X0-X1	Y2-Y3	124	7.0	6.5	サワシバ	11.0	56.8	56.8	
X0-X1	Y2-Y3	125	4.5	8.4	サワシバ	14.0	66.8	68.2	
X0-X1	Y3-Y4	196	7.0	5.0	チドリノキ	4.0	14.8	15.1	
X0-X1	Y4-Y5	201	0.0	4.0	アブラチャン	4.0		23.0	
X0-X1	Y4-Y5	197	7.8	1.3	ヤマモミジ	5.0		36.7	1.1 m で測定
X0-X1	Y4-Y5	198	7.5	1.3	エンコウカエデ	13.0		46.0	1.05 m で測定
X0-X1	Y4-Y5	200	5.8	2.0	ミズナラ	20.0		90.5	
X0-X1	Y4-Y5	199	5.0		ミツデカエデ	18.0		103.7	1.8 m で測定
X0-X1	Y5-Y6	除外	4.9	3.3	アブラチャン	4.0			
X0-X1	Y6-Y7	271	9.9	1.5	ミズキ	18.0	86.0	88.0	
X0-X1	Y6-Y7	275	4.0	3.0	サルナシ	20.0	23.6	23.3	2本絡み、
X0-X1	Y6-Y7	272	5.0	5.0	ハクウンボク	12.0	64.5	64.8	
X0-X1	Y6-Y7	273	9.6	0.0	フジ	6.0	29.2	30.1	
X0-X1	Y7-Y8	除外	0.6	1.5	(サンショウ)	3.5			雪折れ
X0-X1	Y7-Y8	421	9.0	7.3	エンコウカエデ	18.0	103.0	104.6	
X0-X1	Y7-Y8	422	2.4	6.5	エンコウカエデ	7.0	28.2	28.3	422
X0-X1	Y7-Y8	423	2.2	6.4	エンコウカエデ	15.0	99.5	99.7	422と同株
X0-X1	Y7-Y8	425	2.0	6.1	エンコウカエデ	14.0	117.2	118.7	422と同株
X0-X1	Y7-Y8	424	2.7	5.8	エンコウカエデ	14.0	168.4	169.2	422と同株
X0-X1	Y7-Y8	426	1.7	3.0	ツルウメモドキ	18.0	33.8	34.2	
X0-X1	Y8-Y9	除外	0.8	3.8	(ミズキ)	14.0			枯れ木
X0-X1	Y8-Y9	435	10.0	9.6	イヌシデ	16.0	48.1	49.6	
X0-X1	Y8-Y9	432	0.5	9.6	ウワミズザクラ	10.0	33.3	33.4	432
X0-X1	Y8-Y9	433	0.2	9.7	ウワミズザクラ	11.0	40.8	41.2	432と同株
X0-X1	Y8-Y9	434	0.7	9.8	ウワミズザクラ	12.0	59.0	49.6	
X0-X1	Y8-Y9	427	5.0	3.4	ハクウンボク	4.5	15.7	16.2	
X0-X1	Y8-Y9	428	7.0	6.0	ミズキ	17.0	71.1	71.5	428
X0-X1	Y8-Y9	429	6.9	6.5	ミズキ	18.0	58.3	59.2	428と同株
X0-X1	Y8-Y9	430	2.0	7.9	ミズキ	14.0	64.1	65.1	
X0-X1	Y8-Y9	431	0.5	8.6	ミズキ	13.0	45.8	46.3	
X0-X1	Y9-Y10	637	0.5	1.6	ウリハダカエデ	5.0	17.4	18.3	
X0-X1	Y9-Y10	632	5.5	3.0	ウリハダカエデ	6.0	24.3	25.0	
X0-X1	Y9-Y10	除外	8.8	5.8	ウリハダカエデ	7.0	枯木		638と同株
X0-X1	Y9-Y10	638	8.9	5.9	ウリハダカエデ	7.0	28.3	28.5	638
X0-X1	Y9-Y10	629	0.5	4.0	ウリハダカエデ	6.0	21.5		
X0-X1	Y9-Y10	627	3.9	6.8	ウワミズザクラ	8.0	46.9	47.0	627
X0-X1	Y9-Y10	除外			ウワミズザクラ	3.0	枯木		627と同株
X0-X1	Y9-Y10	631	1.0	2.0	キハダ	9.0	75.7	77.9	
X0-X1	Y9-Y10	635	8.5	1.7	ハクウンボク	6.0	17.5	17.6	635
X0-X1	Y9-Y10	636	8.4	1.6	ハクウンボク	8.0	21.0	21.4	635と同株
X0-X1	Y9-Y10	630	0.9	3.2	ミズキ	8.0	65.0	65.6	
X0-X1	Y9-Y10	628	3.7	5.6	ミズキ	10.0	35.8	36.9	
X0-X1	Y9-Y10	633	6.0	2.3	ミツデカエデ	7.0	20.0	20.1	633
X0-X1	Y9-Y10	634	6.1	2.2	ミツデカエデ	7.0	27.8	28.8	633と同株

方形区の X座標	方形区の Y座標	個 体 タグ番号	幹のX座標 (m)	幹のY座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X0-X1	Y9-Y10	622	7.6	6.7	ミツデカエデ	7.0	36.7	37.0	622
X0-X1	Y9-Y10	623	7.7	6.7	ミツデカエデ	7.0	29.5	29.7	622と同株
X0-X1	Y9-Y10	624	8.0	6.9	ミツデカエデ	8.0	50.2	51.1	622と同株
X0-X1	Y9-Y10	625	7.9	6.5	ミツデカエデ	5.0	48.3	48.5	622と同株
X0-X1	Y9-Y10	除外	8.0	6.5	ミツデカエデ	11.0	枯木		622と同株、
X0-X1	Y9-Y10	626	7.7	6.6	ミツデカエデ	5.5		15.6	622と同株
X1-X2	Y0-Y1	20	3.6	9.3	イワガラミ	17.0	25.1	25.3	
X1-X2	Y0-Y1	11	4.6	0.0	クマシデ	7.0	52.7	52.8	
X1-X2	Y0-Y1	12	5.0	0.4	サワシバ	5.0	25.0	24.7	
X1-X2	Y0-Y1	15	5.7	5.5	サワシバ	5.5	21.8	21.7	
X1-X2	Y0-Y1	16	5.3	8.8	サワシバ	11.0	52.4	52.4	16
X1-X2	Y0-Y1	17	5.3	9.1	サワシバ	6.5	44.6	枯れた	16と同株
X1-X2	Y0-Y1	18	5.8	9.3	サワシバ	6.0	28.5	枯れた	16と同株
X1-X2	Y0-Y1	14	7.6	5.0	ナツツバキ	8.0	62.7	62.3	0.9mで測定
X1-X2	Y0-Y1	19	3.8	8.8	ミズキ	18.0	118.9	119.4	
X1-X2	Y0-Y1	13	9.5	1.2	メグスリノキ	3.5	18.4	18.4	
X1-X2	Y1-Y2	114	5.5	2.0	クマシデ	14.0	75.7	75.9	
X1-X2	Y1-Y2	111	5.7	6.0	コバノトネリコ	9.0	65.1	65.3	1.5mで測定
X1-X2	Y1-Y2	109	9.3	9.6	コバノトネリコ	9.0	32.9	33.0	
X1-X2	Y1-Y2	115	1.8	1.0	サワシバ	13.0	71.5	71.9	115
X1-X2	Y1-Y2	116	1.6	0.9	サワシバ	13.0	71.0	71.5	115と同株
X1-X2	Y1-Y2	110	5.4	9.6	サワシバ		38.8	38.8	
X1-X2	Y1-Y2	112	2.6	4.0	ミズキ	19.0	120.0	120.9	112
X1-X2	Y1-Y2	113	2.4	4.0	ミズキ	18.0	125.0	125.6	112と同株
X1-X2	Y2-Y3	129	6.5	0.8	ケアオダモ	12.0	49.3	49.5	
X1-X2	Y2-Y3	127	6.6	5.5	サワシバ	11.0	51.5	51.6	
X1-X2	Y2-Y3	128	6.6	6.4	サワシバ	11.0	55.5	55.5	
X1-X2	Y2-Y3	126	5.0	5.6	ミズキ	19.0	158.0	158.4	
X1-X2	Y3-Y4	192	9.8	7.5	イタヤカエデ	15.0	67.4	67.6	
X1-X2	Y3-Y4	195	0.7	1.2	シオジ	21.0	178.9	180.2	
X1-X2	Y3-Y4	190	8.0	4.0	シオジ		147.1	144.8	折曲がり
X1-X2	Y3-Y4	191	8.5	3.0	シオジ	15.0	151.9	153.2	
X1-X2	Y3-Y4	194	0.1	5.5	ヤマモミジ	13.0	66.8	66.4	
X1-X2	Y3-Y4	193	0.2	5.5	ヤマモミジ	9.0	42.0	42.0	
X1-X2	Y4-Y5	203	7.6	1.8	イタヤカエデ	24.0		269.3	1.1mで測定
X1-X2	Y4-Y5	202	0.2	7.7	マユミ	7.0		44.7	
X1-X2	Y5-Y6	268	2.0	4.1	アブラチャン	5.0	18.1	18.5	269と同株
X1-X2	Y5-Y6	269	1.9	4.2	アブラチャン	6.0	22.4	23.1	269
X1-X2	Y5-Y6	267	7.7	8.1	イタヤカエデ	4.0	18.4	18.5	枯木で曲がる
X1-X2	Y5-Y6	270	4.0	1.4	トチノキ	6.0	22.0	22.2	
X1-X2	Y5-Y6	266	7.0	8.0	フジ	6.0	15.8	16.0	枯木で曲がる
X1-X2	Y5-Y6	263	3.0	7.0	マユミ	5.0	21.4	22.5	263
X1-X2	Y5-Y6	264	3.2	6.9	マユミ	4.0	17.8	18.8	263と同株
X1-X2	Y5-Y6	265	3.4	7.0	マユミ	6.0	26.6	26.9	263と同株
X1-X2	Y6-Y7	274	3.8	5.2	イタヤカエデ	4.5	78.2	77.4	
X1-X2	Y6-Y7	276	8.2	4.0	イタヤカエデ	6.0	21.4	23.5	
X1-X2	Y6-Y7	277	9.2	4.8	ハクウンボク	6.0	52.5	53.0	
X1-X2	Y6-Y7	278	7.1	7.5	ハクウンボク	5.0	23.2	24.7	
X1-X2	Y6-Y7	279	5.0	6.0	フジ	16.0	17.2	枯れた	
X1-X2	Y6-Y7	280	8.0	8.0	フジ	16.0	15.2	15.8	
X1-X2	Y6-Y7	281	9.0	9.0	フジ	16.0	20.0	20.5	
X1-X2	Y7-Y8	418	7.8	3.1	クリ	14.0	136.2	136.5	
X1-X2	Y7-Y8	414	7.6	8.0	クリ	8.0	75.5	76.0	414
X1-X2	Y7-Y8	415	7.9	7.7	クリ	16.0	120.7	121.4	414と同株
X1-X2	Y7-Y8	419	4.8	2.8	ハクウンボク	10.0	43.4	43.3	1.2mで測定
X1-X2	Y7-Y8	417	8.5	5.1	ハクウンボク	7.0	22.6	22.9	
X1-X2	Y7-Y8	420	5.8	7.4	ハクウンボク	5.0	15.5	15.7	
X1-X2	Y7-Y8	416	9.6	7.3	ハクウンボク	7.0	22.8	23.0	
X1-X2	Y8-Y9	447	7.0	1.5	ウリハダカエデ	7.0	25.9	26.8	
X1-X2	Y8-Y9	443	5.3	9.4	ヤマトアオダモ	6.0	18.1	18.3	
X1-X2	Y8-Y9	449	1.6	1.6	ハクウンボク	7.0	17.8	18.0	449
X1-X2	Y8-Y9	450	1.6	1.8	ハクウンボク	6.0	15.9	16.2	449と同株

方形区の X 座標	方形区の Y 座標	個 体 タグ番号	幹の X 座標 (m)	幹の Y 座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X1-X2	Y8-Y9	451	1.8	1.7	ハクウンボク	7.0	17.8	18.3	449と同株
X1-X2	Y8-Y9	448	3.1	0.0	ハクウンボク	8.0	20.5	20.7	
X1-X2	Y8-Y9	446	8.0	2.0	ハクウンボク	8.0	16.6	16.8	
X1-X2	Y8-Y9	444	8.7	9.2	ハクウンボク	7.0	17.9	18.2	
X1-X2	Y8-Y9	441	5.4	9.8	ハクウンボク	10.0	29.5	30.2	441
X1-X2	Y8-Y9	442	5.3	9.5	ハクウンボク	9.0	20.9	20.9	441と同株
X1-X2	Y8-Y9	440	6.7	8.3	ハクウンボク	8.0	22.5	21.8	
X1-X2	Y8-Y9	436	2.4	8.8	ハクウンボク	7.0	28.9	29.0	436
X1-X2	Y8-Y9	437	2.3	8.9	ハクウンボク	4.0	20.0	20.0	436と同株
X1-X2	Y8-Y9	438	2.2	9.0	ハクウンボク	8.0	25.9	26.1	436と同株
X1-X2	Y8-Y9	439	2.0	8.8	ハクウンボク	6.0	21.1	21.4	436と同株
X1-X2	Y8-Y9	445	6.5	5.8	ミズキ	10.0	30.3	30.4	
X1-X2	Y9-Y10	615	2.0	1.8	オニグルミ	13.0	40.4	40.5	
X1-X2	Y9-Y10	619	1.2	8.3	キハダ	12.0	44.3	45.3	
X1-X2	Y9-Y10	620	0.6	8.5	ハクウンボク	6.0	17.5	17.8	
X1-X2	Y9-Y10	621	1.5	9.9	ハクウンボク	6.0	17.5	17.7	
X1-X2	Y9-Y10	616	5.0	5.0	フジ	13.0		14.8	
X1-X2	Y9-Y10	618	5.6	7.5	ミズキ	15.0	56.8	58.0	
X1-X2	Y9-Y10	617	4.3	7.0	ミズキ	9.0	69.1	69.4	
X2-X3	Y0-Y1	21	3.6	2.0	クマシデ	10.0	71.7	72.4	
X2-X3	Y0-Y1	22	4.0	3.1	クマシデ	7.0	58.5	58.2	
X2-X3	Y0-Y1	25	9.0	2.7	クマシデ	13.0	74.0	74.0	
X2-X3	Y0-Y1	26	8.0	5.1	クマシデ	8.0	38.7	38.7	
X2-X3	Y0-Y1	27	7.5	7.4	クマシデ	10.0	41.8	41.6	
X2-X3	Y0-Y1	35	6.0	9.8	コバノトネリコ	7.0	25.2	25.4	
X2-X3	Y0-Y1	31	0.8	7.7	コバノトネリコ	11.0	43.0	42.5	31
X2-X3	Y0-Y1	33	0.6	7.3	コバノトネリコ	4.5	15.3	15.4	31と同株
X2-X3	Y0-Y1	32	0.7	7.7	コバノトネリコ	5.0	15.8	15.4	31と同株
X2-X3	Y0-Y1	28	7.0	8.6	サワシバ	9.0	48.2	48.1	
X2-X3	Y0-Y1	34	4.2	8.5	サワシバ	7.0	25.1	24.6	
X2-X3	Y0-Y1	23	4.1	3.2	ナツツバキ	8.0	44.3	43.2	
X2-X3	Y0-Y1	24	5.7	4.0	ミズメ	17.0	130.5	131.5	
X2-X3	Y0-Y1	29	1.7	5.2	オオモミジ	12.0	38.7	39.0	29と同株
X2-X3	Y0-Y1	30	1.5	5.2	オオモミジ	9.0	25.3	25.3	29と同株
X2-X3	Y1-Y2	106	0.1	2.5	サワシバ	12.0	57.5	57.3	折れて立上がり
X2-X3	Y1-Y2	108	4.0	6.6	シオジ	17.0	54.8	55.8	107と同株
X2-X3	Y1-Y2	107	3.8	6.8	シオジ	22.0	147.9	150.1	107
X2-X3	Y2-Y3	130	6.6	6.0	ミツデカエデ	13.0	49.5	50.0	
X2-X3	Y3-Y4	188	4.4	10.0	イタヤカエデ	7.0	27.1	27.5	
X2-X3	Y3-Y4	189	5.0	1.5	シオジ	21.0	108.3	109.0	
X2-X3	Y3-Y4	187	9.4	7.6	シオジ	21.0	96.0	97.4	
X2-X3	Y4-Y5	206	8.8	3.0	イタヤカエデ	19.0		66.6	
X2-X3	Y4-Y5	204	0.2	1.1	オオモミジ	19.0		67.2	
X2-X3	Y4-Y5	205	10.0	2.0	シオジ	20.0		76.0	
X2-X3	Y4-Y5	207	10.0	9.5	トチノキ	11.0		57.7	
X2-X3	Y5-Y6	262	1.5	8.5	イタヤカエデ	4.0	15.0	15.3	
X2-X3	Y5-Y6	259	8.8	6.5	イタヤカエデ	7.0	69.3	68.8	
X2-X3	Y5-Y6	261	8.3	2.0	ツルウメモドキ	23.0	15.9	16.9	
X2-X3	Y5-Y6	260	6.8	2.1	トチノキ	23.0	177.7	180.7	0.5 m で測定
X2-X3	Y6-Y7	282	3.2	2.8	イタヤカエデ	5.0	27.7	29.0	
X2-X3	Y6-Y7	286	8.0	3.8	イタヤカエデ	4.0	15.4	16.6	
X2-X3	Y6-Y7	287	8.3	4.2	ニワトコ	2.5	16.0	16.8	
X2-X3	Y6-Y7	284	2.6	2.1	フジ	9.0	40.0	測定不能	枯木が倒す
X2-X3	Y6-Y7	283	2.0	1.5	フジ	6.0	18.9	測定不能	枯木が倒す
X2-X3	Y6-Y7	285	6.9	2.9	ミズキ	6.0	24.4	25.0	
X2-X3	Y7-Y8	411	8.0	7.7	ウワミズザクラ	5.0	18.2	18.1	
X2-X3	Y7-Y8	409	5.8	6.0	オオモミジ	7.0	22.5	22.5	
X2-X3	Y7-Y8	400	8.9	3.6	クリ	9.0	153.7	154.1	0.9 m で測定
X2-X3	Y7-Y8	399	8.7	4.0	クリ	14.0	170.4	169.3	400と同株
X2-X3	Y7-Y8	401	8.0	2.3	ダンコウバイ	6.0	15.9	16.2	
X2-X3	Y7-Y8	403	4.4	1.5	ハクウンボク	8.0	40.8	41.2	
X2-X3	Y7-Y8	404	4.0	3.0	ハクウンボク	8.0	49.3	49.5	

方形区の X座標	方形区の Y座標	個体 タグ番号	幹のX座標 (m)	幹のY座標 (m)	種名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備考
X2-X3	Y7-Y8	405	4.8	3.8	ハクウンボク	9.0	27.9	27.7	
X2-X3	Y7-Y8	402	6.0	4.1	ハクウンボク	8.0	20.6	20.7	
X2-X3	Y7-Y8	410	8.0	6.1	ハクウンボク	5.0	15.6	16.0	
X2-X3	Y7-Y8	413	9.5	7.4	ハクウンボク	6.0	15.7	16.0	
X2-X3	Y7-Y8	412	8.6	7.8	ハクウンボク	12.0	47.1	47.4	
X2-X3	Y7-Y8	406	1.0	6.5	ハクウンボク	10.0	34.0	30.9	
X2-X3	Y7-Y8	408	3.7	8.8	ミズキ	12.0	49.4	50.0	
X2-X3	Y7-Y8	407	2.1	9.8	ヤマトアオダモ	8.0	17.0	16.7	
X2-X3	Y8-Y9	456	5.3	6.7	エンコウカエデ	13.0	75.6	75.7	
X2-X3	Y8-Y9	454	2.7	5.7	クリ	17.0	333.9	336.0	
X2-X3	Y8-Y9	452	4.2	2.7	ハクウンボク	5.0	16.9	17.5	
X2-X3	Y8-Y9	455	1.5	8.5	ハクウンボク	7.0		18.8	
X2-X3	Y8-Y9	453	5.6	2.9	ハリギリ	17.0	151.5	151.5	
X2-X3	Y8-Y9	457	7.7	7.6	ミズナラ	15.0	79.1	69.0	
X2-X3	Y9-Y10	604	8.9	7.0	ウラゲエンコウカエデ	13.0	63.2	63.7	
X2-X3	Y9-Y10	613	4.8	0.4	ハクウンボク	9.0	22.2	22.6	
X2-X3	Y9-Y10	612	4.1	2.8	ハクウンボク	8.0	22.5	22.9	
X2-X3	Y9-Y10	606	3.9	9.5	ハクウンボク	5.0	18.1	18.4	606
X2-X3	Y9-Y10	607	4.1	9.3	ハクウンボク	9.0	29.5	29.3	606と同株
X2-X3	Y9-Y10	608	4.1	9.5	ハクウンボク	8.0	21.0	21.2	606と同株
X2-X3	Y9-Y10	609	4.2	9.4	ハクウンボク	6.0	20.9	21.0	606と同株
X2-X3	Y9-Y10	610	4.3	9.4	ハクウンボク	5.0	18.5	18.5	606と同株
X2-X3	Y9-Y10	605	6.4	9.3	ハクウンボク	9.0	38.0	38.3	
X2-X3	Y9-Y10	611	3.5	9.5	ハリギリ	11.0	28.0	28.5	
X2-X3	Y9-Y10	614	9.0	0.0	ミズナラ	18.0	115.4	116.0	
X2-X3	Y9-Y10	603	9.2	7.1	ミズナラ	11.0	46.0	46.3	602と同株
X2-X3	Y9-Y10	602	9.5	7.3	ミズナラ	16.0	87.5	88.0	602
X3-X4	Y0-Y1	37	7.5	2.0	サワシバ	4.5	18.5	18.5	
X3-X4	Y0-Y1	41	8.0	8.5	シオジ		130.6	131.7	1.5 m で測定
X3-X4	Y0-Y1	42			シオジ		133.8	135.0	41と同株
X3-X4	Y0-Y1	36	4.5	3.5	シオジ	20.0	146.8	147.5	
X3-X4	Y0-Y1	除外	8.7	7.5	チドリノキ	4.0	15cm以下		斜上, 1.3 m
X3-X4	Y0-Y1	40	7.8	6.0	メグスリノキ	6.0	19.9	19.8	
X3-X4	Y0-Y1	39	6.0	6.5	メグスリノキ	6.5	30.0	30.0	
X3-X4	Y0-Y1	38	4.0	5.0	メグスリノキ	7.0	30.1	30.3	
X3-X4	Y1-Y2	103	9.5	7.7	シオジ	13.0	45.3	45.5	
X3-X4	Y1-Y2	104	1.0	0.5	チドリノキ	4.0	16.6	16.8	104と同株
X3-X4	Y1-Y2	105	0.8	0.5	チドリノキ	5.0	19.5	19.8	104
X3-X4	Y2-Y3	132	5.5	0.5	イタヤカエデ	21.0	136.0	135.6	
X3-X4	Y2-Y3	131	0.8	9.0	シオジ	24.0	146.3	149.0	
X3-X4	Y3-Y4		何もなし						
X3-X4	Y4-Y5	208	1.8	4.8	イタヤカエデ	7.0		61.4	
X3-X4	Y4-Y5	除外	1.8	5.5	マタタビ	20.0		枯れた	
X3-X4	Y5-Y6	258	0.6	6.0	イタヤカエデ	5.5	38.4	39.1	
X3-X4	Y5-Y6	254	8.0	5.9	サワシバ	3.0	15.9	16.0	
X3-X4	Y5-Y6	257	9.8	7.0	ハクウンボク	6.0	38.3	38.4	
X3-X4	Y5-Y6	255	8.3	6.5	フジ	8.0	15.3	15.6	255
X3-X4	Y5-Y6	256	8.3	6.5	フジ	12.0	20.7	21.3	255と同株
X3-X4	Y6-Y7	289	2.2	4.0	イタヤカエデ	8.0	41.2	42.1	
X3-X4	Y6-Y7	290	4.1	3.8	イタヤカエデ	9.0	34.4	34.6	290
X3-X4	Y6-Y7	291	4.2	3.8	イタヤカエデ	5.0	27.0	28.1	290と同株
X3-X4	Y6-Y7	296	8.8	7.0	クリ	5.0	78.3	78.4	腐れあり
X3-X4	Y6-Y7	293	9.7	0.9	サワシバ	5.0	30.7	30.8	
X3-X4	Y6-Y7	294	7.9	2.3	ハクウンボク	8.0	61.4	61.4	腐れあり
X3-X4	Y6-Y7	295	8.4	4.9	ハクウンボク	7.0	32.5	32.5	
X3-X4	Y6-Y7	297	8.2	6.6	ハクウンボク	5.0	17.0	17.1	
X3-X4	Y6-Y7	298	3.0	9.6	ハクウンボク	8.0	51.8	52.5	
X3-X4	Y6-Y7	288	0.3	7.0	ハクウンボク	8.0	106.7	106.7	0.7 m で測定
X3-X4	Y6-Y7	292	6.3	4.3	フジ	11.0	50.4	51.4	
X3-X4	Y7-Y8	398	0.4	3.9	クリ	15.0	122.6	123.4	
X3-X4	Y7-Y8	397	0.2	1.8	ハクウンボク	7.0	14.7	14.5	
X3-X4	Y7-Y8	396	2.8	2.3	ハクウンボク	14.0	66.4	66.2	

方形区の X 座標	方形区の Y 座標	個 体 タグ番号	幹の X 座標 (m)	幹の Y 座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X3-X4	Y7-Y8	395	6.9	0.7	ハクウンボク	9.0	28.5	28.5	
X3-X4	Y7-Y8	394	7.4	1.6	ハクウンボク	8.0	26.8	27.0	
X3-X4	Y7-Y8	391	4.2	7.8	ハクウンボク	5.0	17.0	17.1	
X3-X4	Y7-Y8	392	7.9	5.5	ミズナラ	16.0	159.8	160.2	392
X3-X4	Y7-Y8	393	8.2	5.1	ミズナラ	14.0	141.0	141.2	392と同株
X3-X4	Y7-Y8	390	5.5	7.9	ミズナラ	12.0	93.5	94.1	
X3-X4	Y8-Y9	462	2.0	1.2	アオハダ	9.0	47.4	48.4	
X3-X4	Y8-Y9	458	2.5	7.0	ノリウツギ	5.0	22.8	23.1	
X3-X4	Y8-Y9	464	9.0	4.5	ハクウンボク	7.0	23.9	24.4	
X3-X4	Y8-Y9	466	9.0	8.5	ハクウンボク	5.0	19.6	20.0	
X3-X4	Y8-Y9	459	1.8	4.5	ホオノキ	6.0	18.5	18.8	
X3-X4	Y8-Y9	461	3.0	2.3	ミズナラ	7.0	61.6	61.9	
X3-X4	Y8-Y9	460	3.0	3.6	ミズナラ	18.0	144.8	144.9	
X3-X4	Y8-Y9	463	8.4	2.5	ミズナラ	18.0	139.0	139.3	
X3-X4	Y8-Y9	465	6.7	6.7	ミズナラ	15.0	92.4	92.5	
X3-X4	Y9-Y10	591	4.4	4.1	ウラジロノキ	4.5	16.4	16.7	
X3-X4	Y9-Y10	589	3.3	1.8	クリ	14.0	94.5	94.8	
X3-X4	Y9-Y10	592	2.3	5.8	クリ	16.0	116.2	117.3	
X3-X4	Y9-Y10	600	9.6	9.3	コシアブラ	6.0	22.5	22.7	
X3-X4	Y9-Y10	593	1.5	4.1	コバノトネリコ	7.0	20.8	20.7	
X3-X4	Y9-Y10	596	5.6	8.6	ハクウンボク	7.0	22.0	22.1	
X3-X4	Y9-Y10	588	6.8	1.4	ミズナラ	15.0	84.4	84.8	
X3-X4	Y9-Y10	587	10.0	1.6	ミズナラ	14.0	68.1	68.3	
X3-X4	Y9-Y10	597	6.5	8.8	ミズナラ	16.0	82.5	83.3	
X3-X4	Y9-Y10	595	7.4	6.6	ミズナラ	16.0	81.2	81.9	
X3-X4	Y9-Y10	594	7.1	6.2	ミズナラ	10.0	58.0	58.1	
X3-X4	Y9-Y10	599	9.2	8.1	ミズナラ	16.0	91.1	91.5	
X3-X4	Y9-Y10	598	7.8	9.3	ミズナラ	17.0	128.5	129.7	
X3-X4	Y9-Y10	590	1.3	1.3	リョウブ	8.0	18.1	18.3	
X3-X4	Y9-Y10	601	3.1	8.5	リョウブ	9.0	17.5	17.8	
X4-X5	Y0-Y1	43	6.2	3.2	オヒョウ	5.0	18.1	18.3	
X4-X5	Y0-Y1	除外	1.8	8.7	チドリノキ	4.0	14.0		
X4-X5	Y0-Y1	44	9.6	2.1	トチノキ	22.0	148.0	149.8	
X4-X5	Y1-Y2	101	6.3	1.4	シオジ	15.0	68.5	68.6	
X4-X5	Y1-Y2	102	5.6	1.7	シオジ	11.0	43.5	43.5	
X4-X5	Y1-Y2	100	6.0	5.0	シオジ	13.0	62.2	62.1	
X4-X5	Y1-Y2	97	7.5	9.5	シオジ	22.0	144.1	144.5	
X4-X5	Y1-Y2	98	5.5	8.3	シオジ	24.0	196.7	199.2	
X4-X5	Y1-Y2	99	3.0	7.3	シオジ	11.0	45.1	45.6	
X4-X5	Y1-Y2	除外	9.0	8.0	チドリノキ	5.0			折れて
X4-X5	Y1-Y2	96	9.2	8.0	チドリノキ	5.5	17.7	17.9	
X4-X5	Y2-Y3	133	0.2	6.0	シオジ	14.0	57.4	57.5	
X4-X5	Y3-Y4	186	2.2	7.4	ケヤキ	10.0	66.6	66.8	
X4-X5	Y3-Y4	184	4.5	2.0	シオジ	22.0	188.5	188.1	
X4-X5	Y3-Y4	183	7.5	2.5	シオジ	17.0	90.0	89.7	
X4-X5	Y3-Y4	185	4.7	9.7	シオジ	9.0	47.7	48.0	
X4-X5	Y3-Y4	182	9.0	8.5	チドリノキ	4.0	16.7	16.6	182
X4-X5	Y3-Y4	除外	9.0	9.0	チドリノキ	4.0	14.5		182と同株
X4-X5	Y4-Y5	209	4.5	1.0	シオジ	6.0	25.5	25.9	
X4-X5	Y4-Y5	210	5.0	8.0	シオジ	18.0	114.9	116.0	
X4-X5	Y5-Y6	250	0.4	5.0	イタヤカエデ	9.0	62.5	63.4	
X4-X5	Y5-Y6	248	3.0	8.8	イタヤカエデ	5.0	31.2	31.8	
X4-X5	Y5-Y6	253	3.5	1.0	オオバアサガラ	13.0	66.4	66.5	
X4-X5	Y5-Y6	245	7.8	8.0	サワシバ	4.0	33.7	33.2	245
X4-X5	Y5-Y6	246	7.3	8.1	サワシバ	3.5	16.4	16.6	245と同株
X4-X5	Y5-Y6	249	2.2	10.0	ハクウンボク	5.5	39.5	39.4	先折、ほぼ枯れ
X4-X5	Y5-Y6	252	3.5	2.1	フジ	18.0	70.8	71.8	半分腐れ
X4-X5	Y5-Y6	247	7.0	9.1	フジ	4.0	15.8	16.0	
X4-X5	Y5-Y6	244	8.3	8.5	フジ	15.0	21.0	21.5	
X4-X5	Y5-Y6	251	5.5	4.0	ミズキ	15.0	125.6	125.6	
X4-X5	Y6-Y7	308	3.9	3.8	イヌザクラ	4.5	23.6	23.8	
X4-X5	Y6-Y7	309	2.0	2.3	クリ	7.0	90.4	89.4	枯れそう

方形区の X座標	方形区の Y座標	個体 タグ番号	幹のX座標 (m)	幹のY座標 (m)	種名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備考
X4-X5	Y6-Y7	301	4.0	8.0	クリ	10.0	143.8	144.5	
X4-X5	Y6-Y7	310	8.5	1.3	サワフタギ	5.0	23.3	23.1	
X4-X5	Y6-Y7	299	1.9	9.9	サワフタギ	3.5	19.3	19.5	
X4-X5	Y6-Y7	307	3.7	4.8	ハクウンボク	11.0	45.1	45.3	
X4-X5	Y6-Y7	305	3.7	7.0	ハクウンボク	11.0	21.2	21.5	
X4-X5	Y6-Y7	306	1.0	6.8	ハクウンボク	9.0	32.5	32.1	
X4-X5	Y6-Y7	300	2.2	8.5	ハクウンボク	6.0	17.7	18.0	
X4-X5	Y6-Y7	304	7.0	6.9	ハクウンボク	6.0	23.7	23.8	
X4-X5	Y6-Y7	311	10.0	7.0	ハクウンボク	9.0	38.0	38.4	
X4-X5	Y6-Y7	302	4.5	9.5	ハクウンボク	7.0	24.9	25.1	
X4-X5	Y6-Y7	303	7.3	8.0	ミズナラ	12.0	66.9	67.4	
X4-X5	Y7-Y8	383	5.3	4.0	クリ	17.0	159.5	161.0	
X4-X5	Y7-Y8	386	7.9	6.2	クリ	10.0	77.9	78.4	
X4-X5	Y7-Y8	381	6.6	2.2	ハクウンボク	11.0	42.4	41.4	
X4-X5	Y7-Y8	387	6.0	6.0	ハクウンボク	8.0	30.9	30.7	
X4-X5	Y7-Y8	385	0.3	9.8	ハクウンボク	10.0	52.3	52.0	
X4-X5	Y7-Y8	388	8.0	15.5	ハクウンボク	5.0		15.4	
X4-X5	Y7-Y8	382	1.2	3.1	ミズナラ	14.0	56.5	56.5	
X4-X5	Y7-Y8	389	10.0	7.5	ミズナラ	11.0	63.5	64.1	
X4-X5	Y7-Y8	384	0.5	9.1	ミズナラ	14.0	89.8	90.7	
X4-X5	Y8-Y9	476	9.7	5.2	アオハダ	6.0	25.4	26.0	
X4-X5	Y8-Y9	470	6.5	7.8	アオハダ	4.0	17.3	17.8	
X4-X5	Y8-Y9	475	9.4	8.6	アオハダ	5.0	21.0	20.6	
X4-X5	Y8-Y9	471	7.2	7.5	ウラジロノキ	4.0	18.9	19.0	
X4-X5	Y8-Y9	479	9.6	2.7	クリ	14.0	95.5	96.3	
X4-X5	Y8-Y9	478	7.7	4.9	クリ	16.0	104.7	105.2	
X4-X5	Y8-Y9	472	6.1	8.0	クリ	15.0	98.4	99.1	
X4-X5	Y8-Y9	468	2.8	7.0	クリ	14.0	112.8	113.5	
X4-X5	Y8-Y9	481	7.1	1.4	ハクウンボク	8.0	23.9	24.2	
X4-X5	Y8-Y9	480	9.5	0.0	ハクウンボク	5.0	14.9	15.1	
X4-X5	Y8-Y9	474	6.6	9.7	ハクウンボク	7.0	24.1	24.4	
X4-X5	Y8-Y9	469	4.8	5.0	ウワミズザクラ	3.5		15.8	
X4-X5	Y8-Y9	483	3.7	0.3	ミズナラ	16.0	81.7	82.1	
X4-X5	Y8-Y9	482	6.0	0.9	ミズナラ	14.0	67.9	68.0	
X4-X5	Y8-Y9	477	8.1	4.5	ミズナラ	13.0	57.7	58.3	
X4-X5	Y8-Y9	467	1.8	9.3	リョウブ	5.5	18.3	18.6	
X4-X5	Y8-Y9	473	7.0	9.5	リョウブ	7.0	29.5	29.7	皮剥かれる
X4-X5	Y9-Y10	584	4.0	4.0	アオハダ	6.0	25.5	25.7	
X4-X5	Y9-Y10	582	1.9	3.8	ウラジロノキ	4.0	15.9	16.0	
X4-X5	Y9-Y10	572	9.3	2.1	クリ	16.0	83.2	84.2	
X4-X5	Y9-Y10	574	9.0	6.1	コシアブラ	7.0	18.0	18.2	
X4-X5	Y9-Y10	575	8.0	7.8	コシアブラ	5.0	17.7	18.2	
X4-X5	Y9-Y10	586	3.8	0.3	ハクウンボク	5.0	20.0	20.2	
X4-X5	Y9-Y10	581	0.2	5.4	ハクウンボク	9.0	31.7	31.9	
X4-X5	Y9-Y10	578	3.8	7.0	ハクウンボク	8.0	31.7	32.0	
X4-X5	Y9-Y10	580	0.3	8.0	ハクウンボク	9.0	31.5	31.6	
X4-X5	Y9-Y10	573	6.0	5.0	ハクウンボク	5.0		15.7	
X4-X5	Y9-Y10	583	1.6	1.2	ミズナラ	16.0	103.9	104.5	
X4-X5	Y9-Y10	585	3.2	2.1	ミズナラ	8.0	42.1	42.2	
X4-X5	Y9-Y10	577	6.5	7.0	ミズナラ	14.0	63.5	63.6	
X4-X5	Y9-Y10	579	2.4	6.5	ミズナラ	15.0	76.2	76.5	
X4-X5	Y9-Y10	576	7.9	8.4	ミズナラ	12.0	68.3	68.4	
X5-X6	Y0-Y1	45	10.0	7.6	イタヤカエデ	15.0	68.2	68.0	
X5-X6	Y1-Y2	94	2.5	5.2	シオジ	23.0	147.7	149.0	
X5-X6	Y1-Y2	95	5.0	7.7	シオジ	9.0	32.9	33.0	
X5-X6	Y1-Y2	除外	6.0	0.5	チドリノキ	5.0			折れそう
X5-X6	Y2-Y3	137	4.0	9.5	シオジ	22.0	81.7	82.1	
X5-X6	Y2-Y3	134	1.3	9.1	シオジ	23.0	130.2	130.1	
X5-X6	Y2-Y3	除外	7.0	5.5	チドリノキ				
X5-X6	Y2-Y3	135	0.7	3.7	チドリノキ	5.0	17.0	16.9	135
X5-X6	Y2-Y3	136	0.6	3.7	チドリノキ	9.0	34.1	34.2	135と同株
X5-X6	Y2-Y3	138	7.7	1.3	トチノキ	12.0	67.4	67.6	

方形区の X 座標	方形区の Y 座標	個 体 タグ番号	幹の X 座標 (m)	幹の Y 座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X5-X6	Y3-Y4		何もなし						
X5-X6	Y4-Y5	212	9.5	2.5	イタヤカエデ	14.0	78.3	78.3	211と同株
X5-X6	Y4-Y5	211	9.6	2.0	イタヤカエデ	19.0	239.4	239.3	211
X5-X6	Y5-Y6	241	9.5	8.4	キハダ	11.0	180.2	177.5	241、元割れ
X5-X6	Y5-Y6	242	9.3	8.9	キハダ	13.0	172.0	170.6	241と同株
X5-X6	Y5-Y6	243	7.4	5.7	ハクウンボク	7.0	18.7	19.0	
X5-X6	Y6-Y7	317	8.9	0.9	ケアオダモ	7.0	24.1	24.6	
X5-X6	Y6-Y7	318	8.8	1.2	イヌザクラ	7.0	17.8	17.5	
X5-X6	Y6-Y7	319	4.5	7.0	イヌザクラ	5.0	20.9	20.8	先枯れ
X5-X6	Y6-Y7	313	1.0	2.0	クリ	7.0	98.5	98.2	半分腐れ
X5-X6	Y6-Y7	315	4.6	5.9	クリ	13.0	104.5	104.8	
X5-X6	Y6-Y7	314	0.4	5.4	クリ	13.0	147.8	148.4	
X5-X6	Y6-Y7	320	0.3	9.5	クリ	14.0	102.7	104.0	
X5-X6	Y6-Y7	316	6.5	5.7	ハクウンボク	8.0	26.0	26.3	
X5-X6	Y6-Y7	321	3.0	9.2	ハクウンボク	5.0	20.5	20.6	
X5-X6	Y6-Y7	312	2.2	2.0	フジ	14.0	22.6	23.2	
X5-X6	Y6-Y7	322	7.0	8.3	ミズナラ	14.0	106.3	106.3	
X5-X6	Y7-Y8	375	4.0	3.8	ウラゲエンコウカエデ	12.0	81.4	81.0	1.2 m で測定
X5-X6	Y7-Y8	374	4.0	3.9	イタヤカエデ	6.0	20.3	20.5	
X5-X6	Y7-Y8	378	5.2	1.6	イロハモミジ	8.0	22.6	22.8	
X5-X6	Y7-Y8	372	4.2	7.6	クリ	15.0	145.3	145.4	372、腐れあり
X5-X6	Y7-Y8	371	4.6	7.6	クリ	14.0	166.0	167.2	372と同株
X5-X6	Y7-Y8	370	6.3	9.8	クリ	15.0	136.5	136.5	
X5-X6	Y7-Y8	380	0.6	1.3	ハクウンボク	9.0	25.1	25.2	
X5-X6	Y7-Y8	379	5.0	0.9	ハクウンボク	8.0	28.4	28.5	
X5-X6	Y7-Y8	376	7.0	2.5	ハクウンボク	4.5	16.0	16.0	
X5-X6	Y7-Y8	369	6.7	8.1	ハクウンボク	8.0	33.9	33.4	
X5-X6	Y7-Y8	377	6.0	1.1	ミズナラ	14.0	122.2	122.0	
X5-X6	Y7-Y8	373	1.8	7.3	ミズナラ	12.0	54.8	54.8	
X5-X6	Y8-Y9	492	5.6	7.2	クリ	16.0	176.3	180.0	
X5-X6	Y8-Y9	493	2.0	9.5	クリ	15.0	107.4	107.8	1.2 m で測定
X5-X6	Y8-Y9	495	6.0	9.3	クリ	15.0	130.4	131.4	腐れあり
X5-X6	Y8-Y9	496	6.8	8.8	コハクウンボク	4.0	16.8	16.8	
X5-X6	Y8-Y9	489	4.6	6.0	ハクウンボク	7.0	21.5	21.5	
X5-X6	Y8-Y9	490	5.4	5.7	ハクウンボク	6.0	18.0	18.2	
X5-X6	Y8-Y9	497	7.7	9.3	ハクウンボク	6.0	21.8	21.8	
X5-X6	Y8-Y9	484	0.1	0.1	ミズナラ	8.0	46.6	47.2	
X5-X6	Y8-Y9	485	4.3	0.5	ミズナラ	8.0	44.2	44.0	485
X5-X6	Y8-Y9	486	4.5	0.6	ミズナラ	11.0	54.1	54.3	485と同株
X5-X6	Y8-Y9	487	0.7	5.9	ミズナラ	12.0	60.6	60.8	487
X5-X6	Y8-Y9	488	1.0	5.6	ミズナラ	15.0	99.6	100.0	487と同株
X5-X6	Y8-Y9	491	5.6	5.9	ミズナラ	11.0	63.3	63.5	
X5-X6	Y8-Y9	494	5.1	9.7	ミズナラ	6.0	38.2		枯れた
X5-X6	Y9-Y10	564	6.1	2.9	アオハダ	4.0	15.9	16.0	
X5-X6	Y9-Y10	569	0.2	5.0	アオハダ	4.5		17.1	
X5-X6	Y9-Y10	555	2.1	9.7	アオハダ	5.0		16.3	
X5-X6	Y9-Y10	559	3.3	5.5	ウラジロノキ	6.0	21.5	21.8	
X5-X6	Y9-Y10	571	0.5	1.0	オオモミジ	3.0		15.5	
X5-X6	Y9-Y10	562	8.7	2.7	クリ	15.0	153.7	155.0	
X5-X6	Y9-Y10	除外	6.7	8.4	クリ	10.0			枯れ木
X5-X6	Y9-Y10	565	4.9	4.0	コシアブラ	5.0	16.1	16.3	
X5-X6	Y9-Y10	563	8.9	0.8	コシアブラ	6.0	16.8	16.9	
X5-X6	Y9-Y10	561	8.9	3.5	コシアブラ	5.0	16.4	16.7	
X5-X6	Y9-Y10	550	9.0	7.8	コシアブラ	6.0	30.9	31.6	
X5-X6	Y9-Y10	568	1.4	3.8	コナラ	18.0	122.7	122.8	
X5-X6	Y9-Y10	570	0.5	2.6	ハクウンボク	8.0	25.8	25.6	
X5-X6	Y9-Y10	567	3.4	2.7	ハクウンボク	7.0	28.0	28.4	
X5-X6	Y9-Y10	553	4.0	9.0	ハクウンボク	8.0	25.5	25.7	
X5-X6	Y9-Y10	566	3.7	2.9	ミズナラ	17.0	71.4	72.4	
X5-X6	Y9-Y10	560	6.9	3.1	ミズナラ	10.0	89.3	89.8	
X5-X6	Y9-Y10	558	5.2	5.9	ミズナラ	12.0	57.6	57.9	
X5-X6	Y9-Y10	551	8.9	7.3	ミズナラ	14.0	81.2	81.3	

方形区の X座標	方形区の Y座標	個 体 タグ番号	幹のX座標 (m)	幹のY座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X5-X6	Y9-Y10	552	10.0	7.0	ミズナラ	6.0	40.5	40.5	
X5-X6	Y9-Y10	554	2.5	9.6	ミズナラ	15.0	101.5	102.0	
X5-X6	Y9-Y10	549	9.5	10.0	ミズナラ		86.1	86.3	
X5-X6	Y9-Y10	557	2.9	7.9	リョウブ	4.0	17.0	17.3	皮剥かれる
X5-X6	Y9-Y10	556	3.8	7.9	リョウブ	5.0	18.7	19.0	
X6-X7	Y0-Y1	46	3.0	4.0	シオジ	9.0	60.2		枯れた
X6-X7	Y1-Y2	90	9.7	3.9	カツラ	25.0	101.4	101.9	
X6-X7	Y1-Y2	89	7.8	0.4	シオジ	24.0	136.1	137.4	
X6-X7	Y1-Y2	92	5.0	4.5	チドリノキ	3.5	16.2	16.1	91と同株
X6-X7	Y1-Y2	91	5.0	4.5	チドリノキ	5.5	23.1	23.2	91
X6-X7	Y1-Y2	93	0.4	4.5	チドリノキ	6.0	29.0	29.0	
X6-X7	Y2-Y3	除外	6.0	1.3	サワシバ	3.5	14.5		折れ
X6-X7	Y2-Y3	141	8.0	0.7	シオジ	27.0	145.4	147.0	
X6-X7	Y2-Y3	139	2.5	2.2	シオジ	20.0	95.1	95.5	
X6-X7	Y2-Y3	142	9.7	5.5	チドリノキ	8.0	38.1	38.4	
X6-X7	Y2-Y3	143	9.7	6.4	チドリノキ	5.0	24.7	24.3	
X6-X7	Y2-Y3	140	9.1	1.7	ミズキ	24.0	128.7	128.8	
X6-X7	Y3-Y4	177	10.0	3.0	シオジ	25.0	183.7	182.9	
X6-X7	Y3-Y4	178	7.3	0.6	シオジ	27.0	192.0	194.0	
X6-X7	Y3-Y4	180	1.7	4.0	シオジ	21.0	93.6	93.9	180
X6-X7	Y3-Y4	181	1.5	4.0	シオジ	21.0	86.3	85.8	180と同株
X6-X7	Y3-Y4	179	6.5	1.0	トチノキ	20.0	109.8	109.4	
X6-X7	Y4-Y5	214	2.0	8.0	コバノトネリコ	8.0	42.4	42.3	214
X6-X7	Y4-Y5	213	1.8	7.7	コバノトネリコ	8.0	32.1	31.5	214と同株
X6-X7	Y5-Y6	239	2.3	6.7	サワフタギ	2.5	17.0	17.1	
X6-X7	Y5-Y6	240	2.5	8.7	ハリギリ	2.5	16.0	17.0	
X6-X7	Y5-Y6	236	2.1	5.5	マユミ	4.0	33.7	33.4	237と同株
X6-X7	Y5-Y6	237	2.2	5.5	マユミ	3.5	37.0	37.0	237
X6-X7	Y5-Y6	238	2.1	5.9	マユミ	4.5	30.5	30.1	237と同株
X6-X7	Y5-Y6	235	7.8	4.0	ミツデカエデ	11.0	85.8	86.0	
X6-X7	Y6-Y7	333	1.9	0.6	イタヤカエデ	5.0	17.2	17.3	
X6-X7	Y6-Y7	336	8.0	0.7	イヌザクラ	4.0	24.9	26.0	
X6-X7	Y6-Y7	332	2.4	2.0	クリ	15.0	236.0	236.2	1.45 m で測定
X6-X7	Y6-Y7	330	0.2	5.5	クリ	15.0	158.4	160.0	
X6-X7	Y6-Y7	324	4.0	7.2	クリ	16.0	162.9	164.1	
X6-X7	Y6-Y7	326	6.0	8.9	クリ	8.0	132.7	133.4	二股片方折
X6-X7	Y6-Y7	325	5.0	8.9	コシアブラ	9.0	30.3	30.5	
X6-X7	Y6-Y7	331	0.4	2.4	ハクウンボク	11.0	53.8	54.1	
X6-X7	Y6-Y7	334	5.8	1.2	ハクウンボク	7.0	20.0	20.0	
X6-X7	Y6-Y7	335	6.7	2.5	ハクウンボク	13.0	96.8	97.7	1.7 m で測定
X6-X7	Y6-Y7	323	0.5	8.2	ハクウンボク	7.0	22.9	22.8	
X6-X7	Y6-Y7	329	5.5	6.5	ハクウンボク	7.0	18.0	18.0	
X6-X7	Y6-Y7	328	7.0	6.0	ハクウンボク	8.0	24.8	25.2	
X6-X7	Y6-Y7	327	8.8	8.3	ミズナラ	9.0	79.2	80.0	腐れあり
X6-X7	Y7-Y8	除外	0.3	4.0	(コハクウンボク)	5.0	14.7	15.1	
X6-X7	Y7-Y8	361	2.1	7.8	クリ	11.0	121.2	121.8	292
X6-X7	Y7-Y8	362	2.1	7.1	クリ	12.0	137.4	139.5	292と同株
X6-X7	Y7-Y8	355	8.9	2.0	コシアブラ	9.0	18.7	19.0	
X6-X7	Y7-Y8	365	9.3	5.8	コハクウンボク	5.0	24.2	24.5	
X6-X7	Y7-Y8	除外	7.8	9.5	コハクウンボク	5.0			雪折、
X6-X7	Y7-Y8	359	2.0	1.1	ハクウンボク	9.0	33.0	32.8	
X6-X7	Y7-Y8	358	5.2	2.0	ハクウンボク	6.0	23.5	24.6	
X6-X7	Y7-Y8	364	8.9	5.7	ハクウンボク	10.0	43.8	43.9	
X6-X7	Y7-Y8	363	3.8	6.0	ハクウンボク	7.0	20.5	20.4	
X6-X7	Y7-Y8	360	1.3	6.9	ハクウンボク	6.0	23.0	22.9	
X6-X7	Y7-Y8	368	0.9	8.0	ハクウンボク	6.0	23.2	23.5	
X6-X7	Y7-Y8	367	7.8	9.5	ハクウンボク	10.0	43.9	43.8	
X6-X7	Y7-Y8	356	5.1	3.3	ミズナラ	13.0	140.5	140.7	356
X6-X7	Y7-Y8	357	4.9	3.5	ミズナラ	13.0	88.6	88.5	356と同株
X6-X7	Y7-Y8	366	9.5	7.3	リョウブ	5.0	16.4	16.6	
X6-X7	Y8-Y9	506	4.2	4.3	イタヤカエデ	15.0	145.6	148.5	
X6-X7	Y8-Y9	504	5.9	5.0	コハクウンボク	8.0	22.0	22.0	

方形区の X 座標	方形区の Y 座標	個 体 タグ番号	幹の X 座標 (m)	幹の Y 座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X6-X7	Y8-Y9	511	1.0	2.0	ハクウンボク	4.5	15.1	15.4	
X6-X7	Y8-Y9	509	1.5	3.7	ハクウンボク	10.0	32.0	32.2	
X6-X7	Y8-Y9	507	3.5	4.0	ハクウンボク	5.0	19.0	19.2	1.2 m で測定
X6-X7	Y8-Y9	505	4.6	4.3	ハクウンボク	5.0	23.1	23.5	
X6-X7	Y8-Y9	512	10.0	4.8	ハクウンボク	5.0	15.5	15.5	
X6-X7	Y8-Y9	503	8.0	7.4	ハクウンボク	6.0	16.5	16.5	1.2 m で測定
X6-X7	Y8-Y9	501	3.2	9.8	ハクウンボク	7.0	18.9	18.9	
X6-X7	Y8-Y9	498	0.0	8.6	ハクウンボク	5.0	16.7	15.8	
X6-X7	Y8-Y9	508	0.4	6.1	ハクウンボク	8.0	23.7	23.8	
X6-X7	Y8-Y9	510	6.2	0.1	ハクウンボク	6.0	14.9	15.6	
X6-X7	Y8-Y9	502	7.9	8.0	ミズナラ	13.0	136.3	138.2	
X6-X7	Y8-Y9	499	2.0	8.8	ミズナラ	12.0	84.1	83.9	499
X6-X7	Y8-Y9	500	2.4	8.8	ミズナラ	10.0	101.5	101.5	499と同株
X6-X7	Y9-Y10	除外	6.5	7.0	コバノトネリコ	4.0		14.5	
X6-X7	Y9-Y10	538	9.8	8.4	ノリウツギ	4.0	25.2	25.4	
X6-X7	Y9-Y10	546	4.6	9.8	ハクウンボク	6.0	17.5	17.7	
X6-X7	Y9-Y10	537	9.4	9.6	ハクウンボク	7.0	21.5	21.6	
X6-X7	Y9-Y10	539	5.9	6.8	ハクウンボク	7.0	33.5	33.5	
X6-X7	Y9-Y10	540	4.0	3.5	ミズナラ	9.0	73.6	73.9	腐れあり
X6-X7	Y9-Y10	547	6.9	10.0	ミズナラ	14.0	73.8	74.2	
X6-X7	Y9-Y10	548	2.0	9.9	ミズナラ	12.0	98.0	99.2	
X6-X7	Y9-Y10	543	4.0	9.3	ミズナラ	11.0	121.4	122.3	543
X6-X7	Y9-Y10	545	3.8	9.0	ミズナラ	14.0	92.2	93.3	543と同株
X6-X7	Y9-Y10	544	3.4	9.0	ミズナラ	13.0	92.5	92.8	543と同株
X6-X7	Y9-Y10	541	2.6	3.5	リョウブ	6.0	49.0	49.3	541
X6-X7	Y9-Y10	542	2.7	3.5	リョウブ	3.0	21.5	21.6	541と同株
X7-X8	Y0-Y1	52	9.4	9.0	サワシバ	6.0	23.4	23.7	
X7-X8	Y0-Y1	49	5.0	6.0	シオジ	12.0	45.8	47.0	
X7-X8	Y0-Y1	50	5.5	5.5	シオジ	4.0	22.6	22.5	
X7-X8	Y0-Y1	51	9.5	8.0	シオジ	18.0	78.7	79.2	
X7-X8	Y0-Y1	47	0.7	7.5	チドリノキ	3.5	16.3	16.5	47
X7-X8	Y0-Y1	48	0.6	7.5	チドリノキ	6.0	38.7	38.9	47と同株
X7-X8	Y1-Y2		何もしなし						
X7-X8	Y2-Y3	145	5.8	3.0	イタヤカエデ	18.0	107.2	107.7	
X7-X8	Y2-Y3	144	2.2	1.5	サワシバ	7.0	33.9	34.0	
X7-X8	Y2-Y3	147	9.7	6.4	チドリノキ	6.0	33.3	33.5	146と同株
X7-X8	Y2-Y3	146	9.3	6.0	チドリノキ	8.0	31.6	31.6	146と同株
X7-X8	Y2-Y3	174	9.2	0.8	サワシバ	8.0	45.0	45.4	
X7-X8	Y3-Y4	173	9.6	7.6	シオジ	26.0	167.5	169.8	
X7-X8	Y2-Y3	175	4.0	1.5	シオジ	27.0	255.9	257.5	175
X7-X8	Y3-Y4	176	4.0	1.9	シオジ	10.0	61.0	61.5	175と同株
X7-X8	Y4-Y5	除外	6.0	2.0	シオジ	4.0			
X7-X8	Y4-Y5	216	6.0	0.5	チドリノキ	3.5	16.4	16.3	
X7-X8	Y4-Y5	217	4.5	10.0	チドリノキ	4.0	26.9	27.4	
X7-X8	Y4-Y5	215	5.5	1.8	ヤマモミジ	8.0	71.2	71.5	1.5 m で測定
X7-X8	Y5-Y6	234	1.6	3.1	イタヤカエデ	8.0		49.9	
X7-X8	Y5-Y6	233	1.6	6.6	イタヤカエデ	7.0		51.2	
X7-X8	Y5-Y6	232	6.9	6.8	ハクウンボク	12.0		54.5	
X7-X8	Y6-Y7	340	9.3	9.2	イタヤカエデ	5.0	32.9	33.8	
X7-X8	Y6-Y7	337	1.2	6.9	ウワミズザクラ	16.0	153.1	153.4	
X7-X8	Y6-Y7	341	5.0	3.7	キハダ	18.0	192.5	195.3	0.95 m で測定
X7-X8	Y6-Y7	342	5.0	3.4	ハクウンボク	6.0	32.5	32.4	
X7-X8	Y6-Y7	338	0.3	9.9	ハクウンボク	9.0	28.4	28.7	
X7-X8	Y6-Y7	339	6.1	10.0	ミズキ	15.0	82.5	83.1	0.11 m で測定
X7-X8	Y7-Y8	354	1.6	1.7	アオハダ	9.0	30.0	30.0	
X7-X8	Y7-Y8	350	6.7	9.5	イタヤカエデ	6.0	32.5	33.3	
X7-X8	Y7-Y8	351	4.7	9.0	オオバアサガラ	16.0	124.9	124.9	
X7-X8	Y7-Y8	353	0.3	3.3	ハクウンボク	7.5	22.2	22.4	
X7-X8	Y7-Y8	352	1.1	5.0	ミズキ	15.0	71.8	72.4	
X7-X8	Y8-Y9	515	9.2	1.3	キハダ	21.0	151.4	153.1	
X7-X8	Y8-Y9	514	6.8	3.2	ハクウンボク	10.0	27.5	27.8	
X7-X8	Y8-Y9	513	5.5	3.4	ハクウンボク	11.0	45.0	45.2	

方形区の X座標	方形区の Y座標	個体 タグ番号	幹のX座標 (m)	幹のY座標 (m)	種名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備考
X7-X8	Y9-Y10	532	3.0	2.3	ウワミズザクラ	5.0	27.4	27.7	
X7-X8	Y9-Y10	536	3.2	7.4	ウラゲエンコウカエデ	15.0	114.9	116.0	
X7-X8	Y9-Y10	534	9.1	9.8	オオバアサガラ	4.0	14.7	14.8	
X7-X8	Y9-Y10	531	3.8	0.5	トチノキ	5.0	18.2	18.4	
X7-X8	Y9-Y10	530	5.7	0.7	ハクウンボク	8.0	30.1	30.2	
X7-X8	Y9-Y10	529	7.0	2.3	ハクウンボク	8.0	45.8	45.9	
X7-X8	Y9-Y10	535	5.5	9.0	ハクウンボク	7.0	23.4	23.5	
X7-X8	Y9-Y10	533	6.0	4.3	ミズキ	15.0	147.4	149.0	
X8-X9	Y0-Y1	53	4.0	1.3	シオジ	22.0	115.9	116.7	
X8-X9	Y0-Y1	54	6.5	3.8	シオジ	12.0	34.1	34.3	
X8-X9	Y0-Y1	55	6.3	5.0	シオジ	8.0	25.6	25.5	
X8-X9	Y0-Y1	56	6.5	8.1	ナツツバキ	4.0	17.2	17.2	皮剥かれる
X8-X9	Y1-Y2	84	7.2	6.0	アズキナシ	7.0	20.5	20.5	
X8-X9	Y1-Y2	除外	6.2	7.0	コハウチワカエデ	6.0	枯れた		
X8-X9	Y1-Y2	87	2.5	9.7	コバノトネリコ	10.0	33.3	33.7	
X8-X9	Y1-Y2	88	1.7	3.0	サワシバ	11.0	54.9	54.6	
X8-X9	Y1-Y2	85	4.8	7.7	サワシバ	8.0	30.7	30.7	
X8-X9	Y1-Y2	86	5.7	6.2	ホオノキ	14.0	71.8	73.0	
X8-X9	Y2-Y3	149	5.5	7.7	クマシデ	9.0	43.0	43.7	
X8-X9	Y2-Y3	148	2.0	7.8	サワシバ	8.0	27.0	27.2	
X8-X9	Y2-Y3	150	2.2	3.0	サワシバ	10.0	36.8	36.5	
X8-X9	Y2-Y3	151	5.2	1.8	サワシバ		58.6	59.5	
X8-X9	Y3-Y4	170	8.5	2.0	サワシバ	6.0	31.2	31.2	
X8-X9	Y3-Y4	171	2.0	6.0	シオジ	19.0	76.8	77.5	
X8-X9	Y3-Y4	172	2.4	9.6	シオジ	23.0	124.3	125.8	
X8-X9	Y4-Y5	218	1.4	3.8	オオイタヤメイゲツ	4.0	15.0	15.3	
X8-X9	Y4-Y5	220	6.0	1.0	シオジ	6.0	18.3	18.5	222と同株
X8-X9	Y4-Y5	222	6.3	1.0	シオジ	24.0	172.1	171.0	222
X8-X9	Y4-Y5	221	5.9	0.8	シオジ		72.4	73.0	222と同株
X8-X9	Y4-Y5	219	2.5	5.5	チドリノキ	4.0	17.0	16.8	
X8-X9	Y5-Y6	231	3.9	9.5	イタヤカエデ	5.0		30.9	
X8-X9	Y5-Y6	230	1.8	7.6	ミズキ	14.0		133.9	
X8-X9	Y6-Y7	344	5.8	3.4	トチノキ	6.0	28.5	28.8	
X8-X9	Y6-Y7	343	3.0	0.9	ハクウンボク	12.0	66.7	66.7	
X8-X9	Y6-Y7	345	8.6	6.0	ハクウンボク	8.0	35.7	36.0	
X8-X9	Y6-Y7	346	6.8	8.0	ミズキ	20.0	174.5	174.5	
X8-X9	Y7-Y8	349	2.2	0.5	トチノキ	18.0	146.4	147.2	
X8-X9	Y8-Y9	517	2.1	0.2	オオバアサガラ	17.0	50.4	51.0	
X8-X9	Y8-Y9	516	0.1	2.0	チドリノキ	10.0	45.8	46.1	
X8-X9	Y9-Y10	527	4.0	4.6	イタヤカエデ	4.0	19.3	19.3	
X8-X9	Y9-Y10	528	6.0	2.7	ミツデカエデ	5.0	17.1	17.5	
X8-X9	Y9-Y10	526	5.7	9.5	ミツデカエデ	4.0	17.5	17.9	
X9-X10	Y0-Y1	64	1.0	10.0	クマシデ	10.0	35.0	35.3	
X9-X10	Y0-Y1	62	4.7	9.7	サワシバ	5.0	15.4	15.5	
X9-X10	Y0-Y1	60	7.2	7.0	ハリギリ	18.0	125.5	125.5	
X9-X10	Y0-Y1	61	6.0	8.0	ヒトツバカエデ	5.0	21.6	22.1	
X9-X10	Y0-Y1	57	9.2	4.6	マンサク	6.0	36.7	36.5	57
X9-X10	Y0-Y1	除外			マンサク				57と同株
X9-X10	Y0-Y1	除外			マンサク				57と同株
X9-X10	Y0-Y1	除外			マンサク				57と同株
X9-X10	Y0-Y1	63	2.9	9.3	ミズキ	21.0	157.5	158.6	
X9-X10	Y0-Y1	58	9.0	8.0	ミズメ	20.0	82.0	81.5	
X9-X10	Y0-Y1	59	9.3	10.0	ミズメ	17.0	61.0	61.9	
X9-X10	Y1-Y2	68	0.0	4.8	アズキナシ	6.0	21.4	21.6	
X9-X10	Y1-Y2	79	8.9	1.0	ウダイカンバ	22.0	122.4	123.8	
X9-X10	Y1-Y2	76	5.1	1.2	オオモミジ	4.0	17.1	17.1	
X9-X10	Y1-Y2	72	4.0	6.0	クマシデ	3.5	19.2	19.2	
X9-X10	Y1-Y2	78	8.2	1.2	クマシデ	12.0	51.4	51.8	
X9-X10	Y1-Y2	80	9.5	0.0	コハウチワカエデ	4.5	14.4	14.7	
X9-X10	Y1-Y2	66	0.2	0.6	コバノトネリコ	6.0	18.3	枯れた	65と同株
X9-X10	Y1-Y2	65			コバノトネリコ	7.0	26.5	26.6	65
X9-X10	Y1-Y2	73	2.6	4.0	コバノトネリコ	5.0	20.0	20.0	73

方形区の X 座標	方形区の Y 座標	個 体 タグ番号	幹の X 座標 (m)	幹の Y 座標 (m)	種 名	樹高 (m)	2005.7.19 胸高 周囲長	2006.7.14 胸高 周囲長	備 考
X9-X10	Y1-Y2	74	2.5	4.0	コバノトネリコ	10.0	44.3	44.6	73と同株
X9-X10	Y1-Y2	81	9.9	0.0	コミネカエデ	5.5	17.8	18.0	
X9-X10	Y1-Y2	69	0.6	7.0	サワシバ	6.0	16.9	16.8	
X9-X10	Y1-Y2	75	1.7	1.4	サワシバ	5.0	27.3	27.4	
X9-X10	Y1-Y2	83	8.2	9.0	サワシバ	3.5	17.6	17.9	
X9-X10	Y1-Y2	67	1.0	3.0	ナツツバキ	5.0	21.8	21.8	
X9-X10	Y1-Y2	77	6.8	4.2	ミズメ	23.0	118.3	118.1	
X9-X10	Y1-Y2	70	4.3	7.8	リョウブ	9.0	45.1	45.5	70
X9-X10	Y1-Y2	71			リョウブ	6.0	34.7	35.0	70と同株
X9-X10	Y1-Y2	82	9.5	9.0	リョウブ	7.0	33.0	33.9	
X9-X10	Y2-Y3	152	0.3	1.1	オオモミジ	10.0	40.8	41.4	152
X9-X10	Y2-Y3	153			オオモミジ	6.0	17.0	16.9	152と同株
X9-X10	Y2-Y3	154	0.5	7.4	クマシデ	10.0	42.7	42.7	
X9-X10	Y2-Y3	158	4.0	4.0	コバノトネリコ	14.0	52.7	53.0	157と同株
X9-X10	Y2-Y3	159	4.2	4.2	コバノトネリコ	13.0	55.1	55.4	157と同株
X9-X10	Y2-Y3	157	4.6	4.0	コバノトネリコ		15.9	16.1	157
X9-X10	Y2-Y3	155	6.0	7.6	サワシバ	6.0	26.9	26.8	155
X9-X10	Y2-Y3	156	5.8	7.4	サワシバ		18.3	18.5	155と同株
X9-X10	Y2-Y3	160	6.0	4.4	サワシバ	7.0	32.7	32.9	
X9-X10	Y2-Y3	161	6.0	2.4	サワシバ	6.0	29.2	30.1	
X9-X10	Y2-Y3	164	8.3	5.6	サワシバ	7.0	33.0	33.1	
X9-X10	Y2-Y3	162	9.2	2.2	サワシバ	4.0	19.3	19.2	
X9-X10	Y2-Y3	163	9.0	4.5	ミズキ	23.0	153.9	155.2	
X9-X10	Y3-Y4	166	4.0	1.0	コバノトネリコ	7.0	28.5	28.5	
X9-X10	Y3-Y4	167	0.8	2.8	サワシバ	10.0	37.2	37.0	
X9-X10	Y3-Y4	168	2.6	3.9	サワシバ	6.0	31.1	30.8	
X9-X10	Y3-Y4	169	5.0	5.0	サワシバ	5.0	41.7	42.0	
X9-X10	Y3-Y4	165	8.1	0.0	サワシバ	6.0	33.5	33.8	
X9-X10	Y4-Y5	224	3.3	0.6	シオジ	9.0	30.9	30.5	
X9-X10	Y4-Y5	227	5.7	7.5	シオジ	14.0	48.9	49.4	
X9-X10	Y4-Y5	228	6.5	5.0	シオジ	12.0	44.8	45.4	
X9-X10	Y4-Y5	223	1.5	0.6	チドリノキ	7.0	23.1	23.3	1.25 m で測定
X9-X10	Y4-Y5	225	1.2	3.7	チドリノキ	6.0	17.1	16.5	
X9-X10	Y4-Y5	226	1.5	9.1	チドリノキ	6.5	34.6	35.5	
X9-X10	Y5-Y6	229	4.5	6.8	チドリノキ	6.0	26.7	27.1	
X9-X10	Y6-Y7	347	1.5	8.3	シオジ	23.0	128.5	131.2	
X9-X10	Y7-Y8	348	9.7	0.3	イタヤカエデ	18.0	73.4	72.7	
X9-X10	Y8-Y9	521	8.5	3.9	イタヤカエデ	20.0	127.5	128.9	521
X9-X10	Y8-Y9	522	9.0	3.5	イタヤカエデ	11.0	53.1	53.5	521と同株
X9-X10	Y8-Y9	523	9.5	4.0	イタヤカエデ	7.0	29.1	29.3	
X9-X10	Y8-Y9	519	0.0	7.9	ケヤキ	20.0	258.4	259.5	1.15 m で測定
X9-X10	Y8-Y9	520	3.9	9.3	サワフタギ	4.0	15.0	15.0	
X9-X10	Y8-Y9	518	0.2	0.5	ミツデカエデ	17.0	129.0	129.0	根、腐れあり
X9-X10	Y9-Y10	除外	1.3	8.4	(オオバアサガラ)	7.0			枯れ木
X9-X10	Y9-Y10	525	9.1	5.4	エンコウカエデ	12.0	133.6	133.1	
X9-X10	Y9-Y10	524	9.1	1.4	チドリノキ	5.0	26.1	26.9	

* 個体タグ番号を除外とした樹木は2004年には生きていて、それ以降に枯れたか、未だ小さい個体である。

投稿規程

「フィールドサイエンス」(英文名: Journal of Field Science) は、東京農工大学農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センターの研究報告誌で年1回以上発行される。

本誌には、広くフィールドサイエンスに関する研究成果などを掲載する。

1. 目的

フィールドサイエンスに関する研究成果を公表し、その発展に寄与する。

2. 投稿者

東京農工大学に所属する者およびフィールドサイエンスに関心をもつ者

3. 報文の種類と内容

- (1) 原著論文: 独創的な研究で、価値ある結論あるいは実験・調査結果を含むもので未発表のものに限る。
- (2) 研究資料: 測定・観察記録、既成の知見の確認など研究上報告する価値のあるもので未発表のものに限る。
- (3) 総説・解説: フィールドサイエンスに関するレビュー、実験・調査方法に関する解説など。

4. 報文の原稿

- (1) 原稿は、和文または英文とする。
- (2) 原稿は、別に定める執筆要領に従って作成し、刷り上がり20ページ以内とする。

5. 投稿手続き

原稿は、原著論文では原文1部とコピー2部、その他原稿では各1部を次の様式による原稿送り状を添えて、編集委員長に提出する。

- (1) 著書名
- (2) 表題
- (3) 原稿枚数(表紙、本文、要旨、図、表および写真のそれぞれの枚数)
- (4) 報文の種類
- (5) 別刷り希望部数

6. 原稿の受理・採否

- (1) 原著論文の審査は編集委員会で委嘱した学内および学外の審査員各1名以上が行い、論文等の採否は、審査結果に基づいて編集委員会が行う。
- (2) 研究資料および総説・解説の原稿の審査

は、審査員1名以上で行う。

- (3) 原稿が受理されたのち、原稿が入力されたフロッピーディスク(DOS/V 1.44 MB)にテキストあるいは書式付きテキスト)を提出する。

7. その他

- (1) 別刷希望者は実費負担とする。

執筆要領

1. 原著論文

- (1) 和文原稿
 - 1) 和文表題
 - 2) 著者名
 - 3) 英文表題
 - 4) 著者名のローマ字書きフルネーム
 - 5) ランニングタイトル(和文)
 - 6) 英文要旨・キーワードおよび和文要旨・キーワード
 - 7) 本文(はじめに、試料と方法、結果、考察)
 - 8) 引用文献
- (2) 英文原稿
 - 1) 英文表題
 - 2) 著者名のローマ字書きフルネーム
 - 3) 和文表題
 - 4) 著者名
 - 5) ランニングタイトル(英文)
 - 6) 和文要旨・キーワードおよび英文要旨・キーワード
 - 7) 本文(Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion)
 - 8) 引用文献
- (3) 原稿の表紙(第1枚目)には、上記1)~5)を記載し、脚注として著者の所属(学科名等)を和文および英文で記載する。

2. 用語等

- (1) 和文原稿は、A4判用紙(縦)を用い横書きとし、ワードプロセッサにより1000字(40字、25行)に印字する。
- (2) 英文原稿および英文要旨は、A4判用紙(縦)にワードプロセッサ1行約60字詰め、25行で印字する。
- (3) 動物・植物等の和名、外来語および原語によらない場合の外国の地名・人名はカタカナとする。学名はイタリックとする。

- (4) 用語は、原則として文部省編「学術用語集」に使われているものを用いる。
- (5) 量記号は、イタリックのローマ字もしくはギリシャ文字のアルファベットの1字、またはこれに添字を付けたものを用いる。
- (6) 単位は国際単位系 (SI) を用いることが望ましい。

3. 要旨・キーワード

- (1) 和文要旨は約500字以内に、英文要旨は約300語以内にまとめる。なお、和文原稿の英文要旨は約600語以内にまとめる。
- (2) キーワードは日本語および英語でそれぞれ5個以内とし、和文および英文要旨の後に書く。なお、英文の1つのキーワードは3単語以内とする。
- (3) 要旨は和文、英文ともそれぞれ別紙に記載する。

4. 本文

- (1) 和文、英文ともに本文の見出しはポイントシステムによる記号を用い、大見出し、中見出し、小見出しをそれぞれ1., 1.1, 1.1.1とする。さらに細分を要する場合は (a), (b), ……、を用いる。

5. 図・表

和文原著論文の場合、図・表の題名・注等は英文とする。

- (1) 図 (写真は図として取り扱う)
 - 1) 図の題名および注はその順序に図の下に書く。
 - 2) 図は白紙に鮮明に書く。また、図のサイズは印刷される大きさの約2倍に描く。
 - 3) 図は1枚ごとに別紙とし、図番号の表示は、Fig. 1. のようにする。
本文中で図番号を示すときも同様とする。
 - 4) 写真は鮮明なものを用いる。題名および注はその順序に写真の下に記載する。
 - 5) 図の挿入箇所は、原稿の該当位置の右欄外に図番号を朱書きして指定する。
- (2) 表
 - 1) 表の題名は表の上に、注は表の下にそれぞれ記載する。

2) 表は1枚ごとに別紙とし、表番号の表示は、Table 1. のようにする。

本文中で表番号を示すときも同様とする。

3) 表の挿入箇所は、原稿の該当位置の右欄外に表番号を朱書きして指定する。

6. 研究資料および総説・解説

原著論文の執筆要領に必ずしも準じなくても良い。

7. 引用文献

- (1) 引用文献は著者名のアルファベット順に記載し、本文の該当箇所に (著者名, 年号) または著者名 (年号) のように明示する。
- (2) 雑誌の場合は、著者名 (年) 表題. 雑誌名, 巻または号 (通巻ページでないものは巻号) : 最初のページ-最後のページとする。
- (3) 単行本の場合は、著者名 (発行年) 書名. ページ, 発行所, 所在地とする。

引用文献の書き方 (例)

文献は本文中に引用されたものすべてを記載する。雑誌名は原則として、省略しないで表記する。

(a) 雑誌論文

田中阿歌磨・星野隆一 (1933) 択捉島湖沼踏査概況及其の湖沼形態, 水の理化学的所見. 陸水学雑誌 3 : 1-19.

Birge, E. A. and Juday, C. (1934) Particulate and dissolved organic matter in inland lakes. *Ecological Monograph* 4 : 440-474.

(b) 単行本の全部

吉村信吉 (1937) : 湖沼学. 266 pp, 三省堂, 東京.
Ruttner, G. E. (1957) *Fundamentals of Limnology* (Translated by Frey, D. G. and Fry, F. E. J.). 380 pp, Toronto University Press, Toronto.

(c) 単行本の章または分冊

小林繁男 (1993) 熱帯林土壌のせき悪化. 熱帯林土壌, 真下育久編, 385 pp, 勝美堂, 東京 : 280-333.

Syrett, P. J. (1962) Nitrogen Assimilation. *In* *Physiology and Biochemistry of Algae*, Lewin, R.A. (ed.), 670 pp, Academic Press, New York : 171-188.

フィールドサイエンス編集委員会

編集委員長 服部 順昭 東京農工大学農学部 FS センター長, 教授

編集委員 原 宏 FS センター教授
岸 洋一 FS センター教授
鈴木 馨 FS センター助教授
島田 順 FS センター教授
板橋 久雄 FS センター教授
松村 昭治 FS センター助教授
野見山敏雄 生物生産学科助教授
岩淵喜久男 応用生物科学科教授
久保 隆文 環境資源科学科教授
峰松 浩彦 地域生態システム学科助教授
加茂前秀夫 獣医学科教授

事務局 一宮 幹夫 府中地区総務副 TL (FS 担当)

Editorial Committee of Journal of Field Science

Editor-in-Chief

Nobuaki HATTORI Director of Field Science Center, Professor of Tokyo University of Agriculture and Technology

Editorial Board

Hiroshi HARA Professor of Field Science Center
Yoichi KISHI Professor of Field Science Center
Kaoru SUZUKI Associate Professor of Field Science Center
Jun SHIMADA Professor of Field Science Center
Hisao ITABASHI Professor of Field Science Center
Shoji MATSUMURA Associate Professor of Field Science Center
Toshio NOMIYAMA Associate Professor of Dept. of Biological Production
Kikuo IWABUCHI Professor of Dept. of Applied Biological Science
Takafumi KUBO Professor of Dept. of Environmental and Natural Resources Science
Hirohiko MINEMATSU Associate Professor of Dept. of Ecological Science
Hideo KAMOMAE Professor of Dept. of Veterinary Medicine

Management Office

Mikio ICHIMIYA Chief of Field Science Center Office

平成19年 3月28日 印刷

平成19年 3月31日 発行

発行所 東京農工大学農学部附属 FS センター
☎183-8509 府中市幸町 3-5-8 ☎042-367-5799
印刷所 電算印刷株式会社
☎390-0821 松本市筑摩 1-11-30 ☎0263-25-4329



Journal of Field Science

No.6

March, 2007

Original

- 1 Measuring the Variation of Soil Moisture Content by TDR Sensor. —Soil moisture content in TUAT FS Center tomato field— / K. NAGASAWA, M. KATO, T. NISHIMURA, S. MATSUMURA, H. OZAWA and K. TAKAHASHI

Research materials

- 7 Insect fauna at Field Museum Kusaki and Futyu Nursery / K. MURATA, T. KOBAYASHI, R. MIYAI, T. TANIWAKI, M. KUWABARA and Y. KISHI
- 41 Social Contribution Operated at TUAT University Forests from 1997 to 2006 / M. KUMAKURA, H. KINOSHITA, M. KANEKO, M. KUWABARA and Y. KISHI
- 49 Measurement of pH and its Interpretation as a Field Science Experiment / H. HARA, Y. TETSUKA and K. SATO
- 63 Meteorological Measurements at FM Tamakyuryo (Tama Experimental Field) for 1999-2003 / M. TOMISAWA, Y. TETSUKA, Y. DOKIYA and H. HARA
- 75 Distribution and growth of trees at a long term ecological research plot in Kusaki Field Museum of TUAT / N. WATANABE, M. KUWABARA, M. KANEKO, S. HOSHINO, S. KUWABARA and K. KANEKO

FIELD SCIENCE CENTER, TOKYO UNIVERSITY OF
AGRICULTURE AND TECHNOLOGY
Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan