

「サルと森との共生条件」

(共同研究報告書)



京都大学霊長類研究所人類進化モデル研究センター
東京大学愛知演習林

May. 2005

はじめに

研究用サル類の飼育形態は、目的や条件によって多様であるが、近年の動物福祉への配慮の高まりとともに、単に効率のみにとらわれない飼育の考え方も増えてきている。脱走を防いで安全に飼育することに留まらず、可能な限り豊かな環境で飼育する試みは、自然に近いサル類の特性を引き出すとともにサルの心身の健全性や研究の精度を高めることにつながる。また、社会的なまとまりを持ったグループで維持することで、サルの持つ社会・心理・行動などの側面を最大限に生かし、これらの課題を研究する場を創出することも可能になる。この意味で、霊長類研究所は創設のかなり初期からいわゆる放飼場でのサル飼育を取り入れてきた。いわば野生群の一部を切り取ったような実験群として、条件を単純化して様々な実験的な研究も行われてきたし、自家繁殖体制を支える繁殖システムの中心としても重要な役割を担ってきた。

しかしながら、従来の放飼場は、重力式の鉄筋コンクリート製が主体であり、また放飼場面積も十分な広さを備えておらず、そのために様々な問題点も抱えてきた。霊長類研究所が21世紀初頭に実現を目指してきたリサーチリソースステーション（RRS）は、その主要な飼育施設として新しい形の放飼場を考えている。これまでに明らかになった課題を克服しつつ、目的に合った設備および運営を設計するために、その実証試験を行う必要があったが、幸い2003年度に研究費がつくこととなった。

この予算の示達は思いがけない急なものであったが、私は隣接する日本モンキーパーク所長の所に交渉に行き、それまで同パーク内の日本モンキーセンターがモンキージャングルとしてカニクイザルを放飼していた約1ヘクタールと、研究所に隣接する林地約0.5ヘクタールを借り受けることにした。ここに二つの実験放飼場（既存の放飼場からの連番で、第4・第5放飼場と呼ぶ）を建設し、実際にサルを収容して植物や水の管理およびサル飼育管理を行う際の参考データを収集した。霊長類研究所のスタッフには植物の専門家がいなかったため、瀬戸市に本部がある東大演習林愛知演習林の芝野林長に相談し、テーマを分担して共同研究を遂行することになった。これはその成績をまとめた報告である。霊長研のRRSのみならず、動物園などの展示施設でも今後のサル放飼を検討するときの参考になれば幸いである

京都大学霊長類研究所人類進化モデル研究センター
松林清明

目次

放飼場の設計

従来型放飼場の利点と欠点	松林清明	1
フェンス開発	松林清明・熊崎清則	
止まり木の設計	松林清明・熊崎清則	
その他の放飼場設計	松林清明・熊崎清則	

放飼場の自然環境

放飼場における気象観測	芝野博文・森本真弓	
放飼場における植生調査	芝野博文・蒲谷肇・渡部賢	
放飼場における土壌動物調査	芝野博文・前原忠・渡部賢	

放飼場の水質管理

排水管理	松林清明・熊崎清則	
放飼場の水場と調整池における pH、COD、細菌数を指標とした水質調査	景山節	

樹木保護

ニホンザルによる放飼場内植生の樹皮食害 樹皮食の選択性と人工構築物の影響について -	竹元博幸・大沼学・山内志乃・千田友和・松林清明	
放飼場への高木樹種苗木の植栽	蒲谷肇	
金網巻きおよび電柵	熊崎清則	

捕獲の実際

新たな放飼場形態と動物の管理：誘導捕獲の観点から	上野吉一・桧垣小百合	
捕獲・検査	松林清明	

適切な飼育に向けて

適正な飼育密度	松林清明	
給餌	熊崎清則・三輪宣勝・千田友和	
観察	松林清明・三輪宣勝・千田友和	
セキュリティ対策	松林清明・前田典彦	
その他の要素	松林清明・熊崎清則	

総括

松林清明

謝辞

従来型放飼場フェンスの利点と欠点

松林清明・熊崎清則

マカク類の脱出を防ぐには約4 mの高さのフェンスが必要であるが、このフェンスは同時に強風や地震に耐える強度を持たねばならない。このため、1970年代に建設された霊長類研究所の放飼場フェンスは全て、重力式の鉄筋コンクリート製とされた(図1)。これには次のような利点と欠点がある。

1) 利点：規定された数の鉄筋とコンクリート厚があり、基礎工事の強度が十分であれば、耐用年数を迎えるまでは殆どメンテナンスが不要である。また、基礎部分の巾が十分広くとってあれば、片側からのみの土圧にも耐える力が生じ、いわば掘割りのような形状の放飼場を作ることできる。(図2)

1) 欠点

(1) 壁体自身の重量や風圧に耐えるため、深さと巾を十分に持った基礎が必要である。このため、重機を入れてトレンチ様の溝を掘削することが不可欠となり、付近の樹木を伐採し、また勾配を一定以下にする土木設計をしなければならない。すなわち、地表面を相当程度かく乱することになるため、壁周辺の表土がむき出しになり、雨水による侵食が生じる。

(1) また四季の気温変化に伴う壁体の伸縮によるクラックを防止するため、10mおき程度の間隔で壁体を区切り、アスファルトベルトなどの緩衝材を挟みこむ必要がある(図3)。これは、1) 緩衝材もしくは壁体隙間が手がかりとなって、サルが塀を登ることがある、2) 地震や重量車両の付近通過によって壁体に傾きが生じることがあり、区切り隙間が拡大することがある、などの問題を生んだ。サルが登らないように区切り部分に金属板を貼り付ける工事を行ったが、壁体の伸縮を吸収するために金属板の一部はビス固定できないという問題が残り、さらにこの金属板自体がサルの手がかりとなる場合もあって、施工に細心の注意を要した。サルの登攀能力に関する知識を持った工事業者はほとんど存在しないので、終始技官が立ち会って工事を指導することも必要であった。

(1) コンクリート打設の際、型枠を固定する器具による小さな凹み穴(直径約4cm)が数箇所残る。これは仕上げ時にモルタルの埋め込みを行った

が、時間の経過とともにモルタルが浮き上がり、埋め込み部分が剥落してその穴がサルの手がかりとなって脱走するケースが何回かあった(図4)。

- (1) 高い工事コストがかかる。また、生コンクリート圧送ポンプ車を使用するため、道路からの距離が余りに長いと、施工できない。
- (1) 風を遮断し、また壁体からの照り返しがあるため、夏季は放飼場内が高温になり易い。この解決のため、通風孔を設けたが、その効果は限定的であった(図5)。
- (1) 4 mの高さのコンクリート壁は視覚的な圧迫感を生じ、景観としてもすぐれていない。
- (1) 改修、補修が高くつく。また解体時に多くの瓦礫が出て、廃棄物処分にもコストが多くかかる。
- (1) 研究や観察の目的のため、一つのコロニーに数箇所の観察台を設置したが、これを悪用して侵入者がロープや竹を観察台から放飼場内部に垂らし、サルを逃がそうとする試みが発生した。

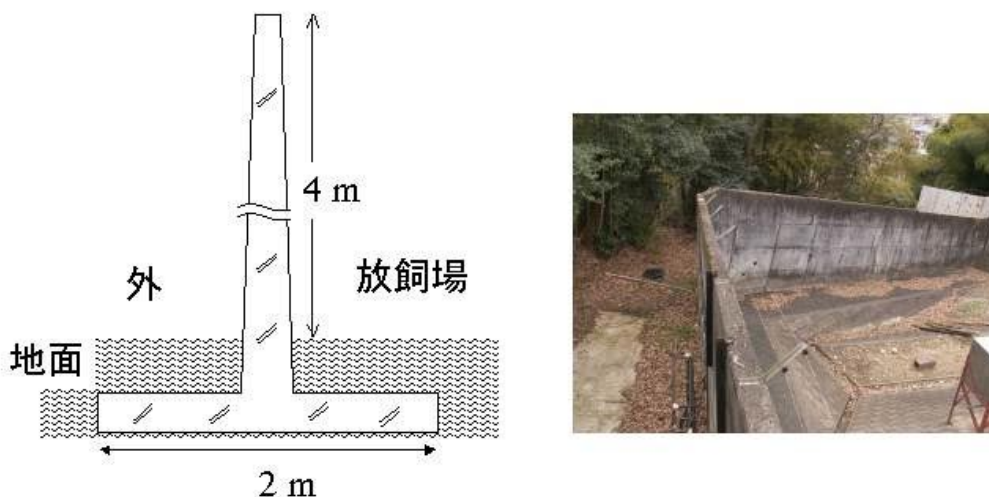


図1. 従来型放飼場1 (左：模式図、右：写真)

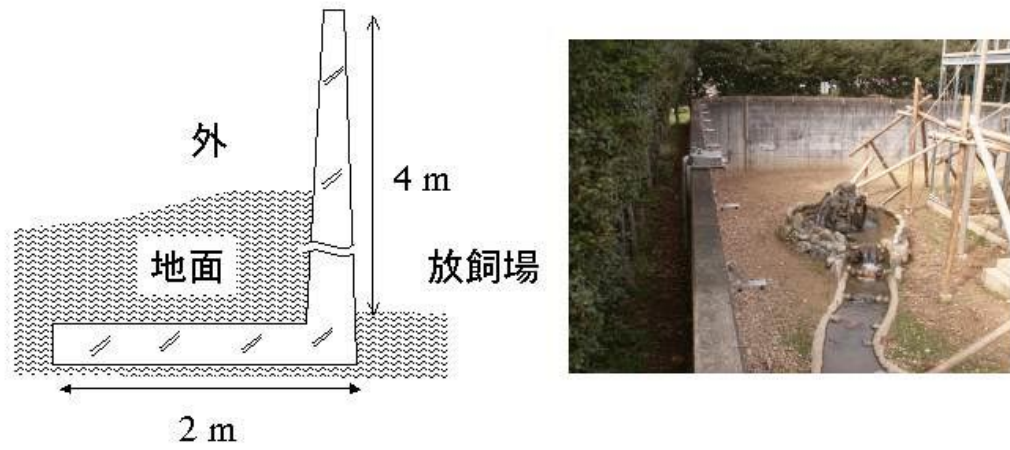


図2. 従来型放飼場2 (左：模式図、右：写真)



図3. 壁体緩衝材と金属板



図4. 型枠支持具痕



図5. コンクリートフェンスに設けられた通風孔

フェンス開発

松林清明・熊崎清則

前節で述べた鉄筋コンクリート製フェンスの欠点をなくし、サルにとって快適でありながら脱走を確実に防止できる新しいフェンスの開発がこの研究の中心的なテーマとなった。通風やコスト削減、表土保全、景観などを考慮して、下半分は金属ネットフェンス、上半分はパネルを用いる簡易構造とすることをまず決定したが、主としてパネルの材質や構造の検討に時間をかけた。

道路工事現場で使われている目隠し安全柵の一種が適当ではないかとの着想を得て、サンプルを少量購入し、これと金属ネットフェンスを組み合わせ、工事足場用の金属パイプ（単管）で補強する見本工事を実施し、検証した。

1) パネルの検討：厚さ 1.2mm の鋼板の縁を折り曲げて強度を持たせた長さ 2m の市販品で、これを縦長に使い、隣同士の横端部をビスで連結して自由な長さの目隠しフェンスとするものである（図 1）。連結部にサルの指がかかると脱走するため、表面を前面にわたって平滑に仕上げることができるかどうかを確認することがもっとも重要であった。業者に数枚を連結させた試作品を作らせ、これを霊長類研究所人類進化モデル研究センターの担当者と京大施設部の担当者との打ち合わせ会に持ち込んで検討した。その結果、このパネルは土地の斜面部では少しずつ高さを変えて連結することで自由な傾斜を持たせることができ、フェンスの横方向の屈曲部では 120 度程度以上の角度とすることでサルが登れる手がかりをなくすことが可能であることを確認し、この材料を採用することとした。

2) ネットフェンスの検討：フェンスの下半分に張るため、常にサルや人が触れることができるので、サルによって齧られ、あるいは手で折り曲げられても破損しない強度を持つことが重要であった。コストとのバランスも考慮し、ワイヤー径 4.5mm、亜鉛メッキおよび OP（油性塗料）塗装の市販品を採用することとした。

3) 支持具の検討：高さが 4m あり、その上半分は全く風を通さない

パネル構造とするため、台風などの横風に対する強度を確保することがもっとも重要であった。風速40mを想定した強度計算を業者に依頼し、フェンスを支える斜めの補強管を角度の異なる2本にすることで解決できる見通しを持った。地中に1.5mの深さにまず短い単管を打ち込み、これにクランプで他の単管を連結して組み上げることとした(図2)。

これらは従来の鉄筋コンクリート塀に比べて10分の1以下の工費で済むこと、支持単管補強を十分にやれば風に対する強度もクリアできること、などの見通しがつき、本工法を採用することとした。



図1. パネル



図2. 支持単管

止まり木設計

松林清明・熊崎清則

場内の樹木を保全するためにも、サルの居住環境をより豊にするためにも、人工的な止まり木を設置することは必要な手段と判断した。材質は、鉄製にすれば耐久性は向上するが、夏の高温・冬の低温によってサルの体に悪影響を及ぼすこと、また工法の簡便化やコストダウン、景観などを図るために、間伐丸太を用いた木製とした。丸太は樹皮もサルにとっての一種の遊具となるよう、皮付きのまま用いた。

1) 第4放飼場：日本モンキーセンターによるこれまでの数十年に及ぶサル類の飼育で喬木はほぼ消失し、樹高2～5mのヒサカキ、アカマツなどが大部分を占める密集ブッシュ状であった。そのため、止まり木はこれらの樹冠を超える6mの高さとした。構造はボックス状に組んだ単管に丸太をワイヤーで固定するものとし、天井部には30～40cmおきに横材を並べて固定して、サルが登って休めるようにした。登り易さと補強を兼ねて、斜め方向に多数の単管や丸太を固定して、サルが揺さぶったり強風に晒されても倒壊しないようにした(図1)。

2) 第5放飼場：こちらはナラ類やアカマツ、スギ、サクラなどが自生する二次林で樹高も約15mと高く、止まり木は逆に4mと低くして、サルが途中で休めるようにした(図2)。4放と同様、斜めの支持材を多数組み込んで補強した。



図1. 4放ジャングルジム



図2. 5放ジャングルジム

その他の放飼場設計

松林清明・熊崎清則

1) 第4放飼場(図1): 1ヘクタールの広さがあり、背の低いヒサカキやアカマツなどが繁茂している。従来もサルの放飼場として使われてきたので、全周をフェンスと電柵で囲まれていた。これらを補修し、金網フェンスの上に2mの高さのパネルを設置することとした。また、場内をほぼ二つに仕切るようにフェンスで囲われた観察通路が設置されていたので、これを生かして2区画に分割することとした。その狙いは、可能ならば二つの区画に交互にサルを収容して植物の回復時間を持たせようということであった。また、もし必要な場合には、二つの群を同時に収容することができる。観察通路の中央にはやや広くなった観察ステージがあり、ここからは両方の区画が観察できる(図2)。場内に湧き水があり、細い水路を経てもっとも低い位置にある池に注いでいる。この水質をモニターすることは、適正なサル飼育密度を推算するのにいいデータとなると考えた。池の水中には、水草が繁茂し、トンボやウシガエル、小型の魚類も生息している。これらの生物が生存できる水質を保てるかどうか、環境評価の一つの指標にもなる。そのため、池には手を加えず、そのまま保存することとし、また継続的な水質検査を実施することにした。

従来の観客の出入り口として作られていた副室は一部を生かして出入り口兼捕獲室として利用することとし、パネルを用いた壁面を一部新設した。ここに個室ケージを並べて、サルの検査などのための保定、捕獲ができるようにした(図3)。また、観察通路は天井部にネットを張って、万一のサルの逸出を防止した(図4)。

2) 第5放飼場(図5): 約4000m²の広さにアカマツ、ナラ、ヒサカキなどが自生し、樹冠の高さが約15mに達する雑木林であった。ここにパネルフェンスを新設し、水路でつないだ数個の池を掘って雨水を貯留するとともに、通常は水道水を流し込んで流れを作ることとした(図6)。これはサルの飲み水となるほか、夏季はサルに水遊びをする場所を提供し、サルの生活をより豊かにするのに有効であるし、景観上もプラスとなることを考えた。

捕獲室は新設することとし、北東端におよそ8m×4m、高さ2.3mの施設を建設した(図7)。

3) 追い込み区画: 樹木の茂った広大な放飼場でサルを飼育する場合、捕獲をどのように行うかは重要な管理課題である。そのため、捕獲室に隣接する区域を数百m²の面

積にフェンスで区切り、まずサルをそこに追い込んでから捕獲室へ入れるのが適当と考え、それぞれに追い込み区画を設置した(図8)。

放飼場と追い込み区画とが隣接する部分のフェンスは、支持単管で斜めに支えるとサルが登ることから、鉄筋コンクリート基礎に垂直な鉄柱を立てて、その両側にフェンスとパネルを二重に張る構造とした(図9)。

4) 土堀り防止板：フェンス下部は地中に打ち込んだ単管を支持材として金網を張る構造のため、地盤の上に鉄アングル材を横方向に張り渡すことになるが、地盤に凹凸がある場合は地面とアングル材との間に隙間ができる。また、サルが金網の下の土を手で掘って、穴を開けることもあり得る。それによる逸出を防止するため、金網アングル材の下に厚さ5cm、巾1.5m、高さ40cmのコンクリート板を埋め込んだ。垂直に埋め込むことが困難な場所では水平に置き、サルによって移動されないよう、端を曲げた鉄棒で固定した(図10)。

5) 電柵：上半分は手がかりのない高さ4mのフェンスとしたことで、サルの逸出は十分防げると思われたが、ごくまれに自分で木の枝を堀に立てかけて登るサルも過去にいたので、念のためにフェンス上端付近に高圧電流を流す電柵を設置した(図11)。電圧は電源部で7000ボルトとした。電流は物体の導電度によって変化するので一定ではないが、この電圧では仮に人が素手で触っても強いショックがあるだけで害は生じない。とはいえ、うっかり触るのを避けるために危険を示す表示板を多数付けた。電源ボックスは各捕獲室に置き、フェンスの作業時には通電を切れるようにした。

図1. 第4放飼場全体図（平面図）



図2. 第4放飼場中央観察ステージ



図3. 4放捕獲室



図4. 観察通路天井

図5. 第5放飼場全体図（平面図）



図6. 5放池・水路



図7. 5放捕獲室



図8. 追い込み区画（左：4放、右：5放）



図9. 追い込み区画仕切りフェンス



図10. 土掘り防止板（左：垂直に打ち込んだもの、右：水平に固定されたもの）



図11. フェンス上端部の電冊

放飼場における気象観測

芝野博文・森本真弓

1. はじめに

山林で放飼されるニホンザルの生態調査においては、ニホンザルの生態そのものに限らず、棲息場所としての空間を共有する樹木や林床植生あるいは土壌動物の生態の記述にあたって、その環境を支配する基本的な要因としての様々な気象要素の記述が必要となる。長期の観測を実施する中で、動植物の生態にとって注目すべき項目は、1) 研究対象地である犬山市官林に所在する第5放飼場が野生ニホンザルの棲息地のなかにあつてどのような気温・日射・湿度・雨量・風速の環境下にあるのかという点、2) 季節的な気象要素がどのように変化しているのかという点、3) 棲息地の環境を激変させるような気象上の極値(豪雨・乾燥・強風・高温・低温など)が何時どのような形で出現したのかあるいはするのかという点、4) ニホンザルの行動様式と森林植生の相互関係において樹木へのインパクトが何時どのような形で発生し、それが林床植生や土壌動物にどのような影響を及ぼすかを評価する際に気象要因との関係があるのかという点などである。

ニホンザルの行動様式を詳細に追跡する際に微気象的な調査が今後実施されると思われるが、その際のバックグラウンドデータを提供する意味でも、比較的長期に同一場所において同一方法で気象観測を継続しておくことは意義深いことと思われる。

1. 気象観測の場所・センサーの位置・観測機器の概要

設置場所は京都大学霊長類研究所官林キャンパスの第一放飼場と北に接する日本モンキーセンター敷地に建設された第五放飼場との境界部分である(図-1)。気象観測装置は、第一放飼場を見下ろすテラスとその上の手すりを利用して設置され、肉厚のガス管を3本接続した形で最上部にセンサーを固定するアームが取り付けられている。メンテナンスを考慮して最下部に

は、コンクリートの基礎部分に固定されたヒンジに接続され、南方向に倒すことができる構造となっている。手すりに対してはマスト本体と支持棒で固定されているだけでなく、ステイ線によってマスト上部が三方向に固定されている。

センサーは、雨量計・温湿計・日射計・風向風速計である。その設置点は概要図（図-2）に示したとおりである。日射計・風向風速計は、マストの上端で地上より 9m の位置にあり、周辺に樹木はないものの、北側斜面上部の尾根付近には、この位置よりもさらに高い樹木が見られる。風向風速の観測結果に多少の影響があるものと見られる。雨量計は地上 5m にあり温湿計は、マストの北側 10m の林内に地上 1.5m の高さに設置されている。全てのセンサーはケーブルによって、テラスから 1.5m の高さでマストに固定されたボックスの中のデータロガーに接続されている。装置の概観とデータロガーが収納されているボックスの外観を写真によって示した。

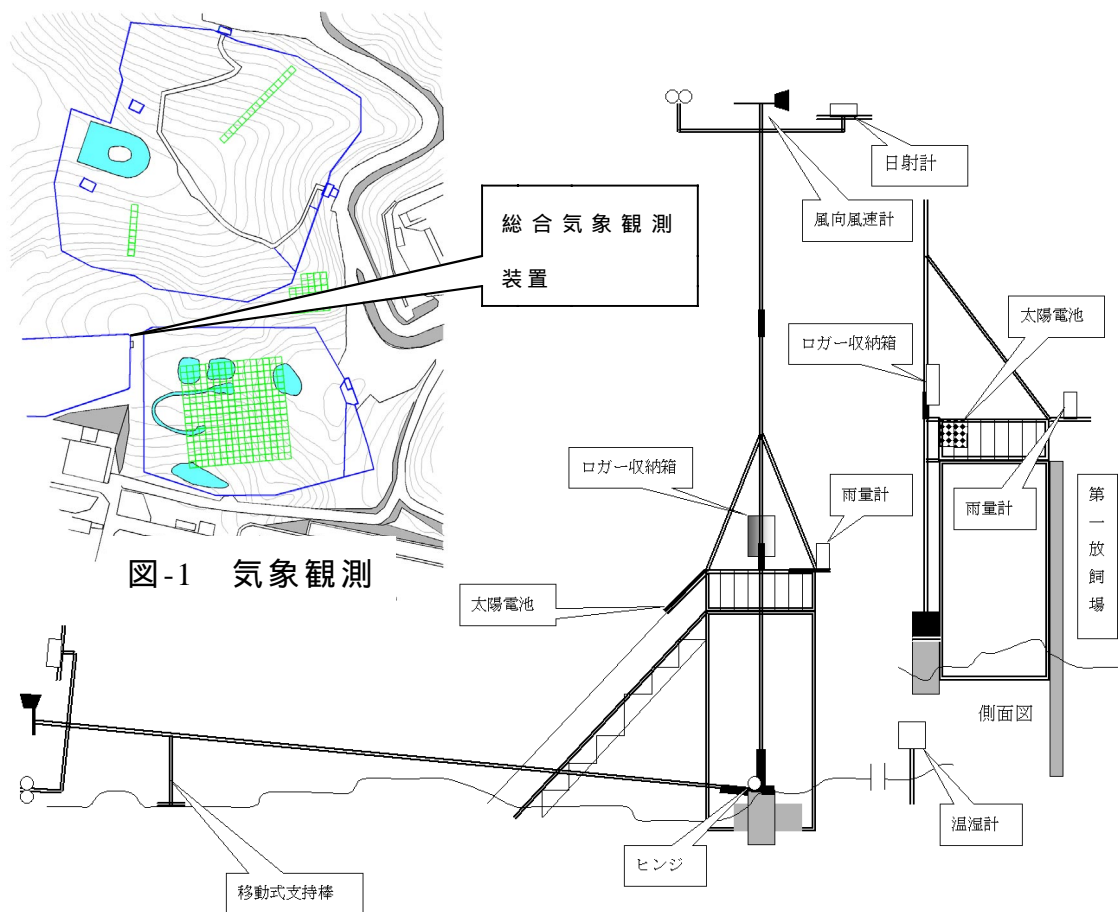


図-2 気象観測装置の概要（上：説明図、次ページ：写真）

電源は、太陽電池で起動しており、データロガー収納ボックスの南側に近接して階段の手すりに固定されている。日中に太陽電池から供給された電



力はレギュレータを介してバッテリーに蓄電され夜間の観測を維持している。

1. 気象観測の方法とデータの整理

総合気象観測システム OPUS -WE2 の操作によって観測が自動的に実行される。記憶容量は、30000 データであまり大きくない。気象要素として気温・湿度・風向・風速・日射量・雨量の 6 要素を 10 分間隔で記録していくので、34.7 日分しか記録できないので毎月一度定時に記録を回収するとき、4 日弱の余裕しかない。仮にこれを越える場合は、常に古いデータから消去される。観測開始から 30000 データまでの設定も可能である。

操作方法は、ディスプレイキーを押すとディスプレイに表示が現れ、ディスプレイコンフィギュレーションにスイッチされる(図-3)。システムキーを押すと、コンフィギュレーションメニューが呼び出される。これに応じて操作する。付加的な機能は、F1-F4 によって表示される。電源は、太陽電池から太陽電池システムコントローラー(DENRYO SS6L システム電圧 12V 最大入力電圧 30V 太陽電池入力電流 6.5A)をとおして鉛蓄電池(NP7-12 12V 7.0Ah)に充電される。これまで電源に関するメンテナンスは設置以来全く不必要であった。

データ回収は、RS232C ケーブルでコンピュータと接続し、コンピュータの電源を

入れ、既にインストールされたソフトウェア(SmartGraph)を用いてダウンロードすることによって行われる。

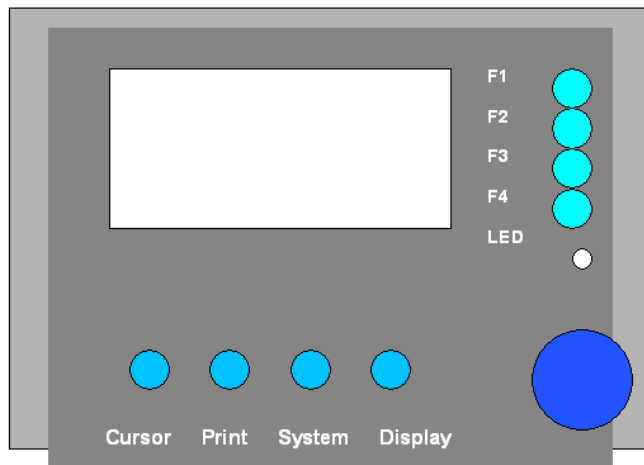


図-3 データロガーOPUS-11の表面

観測に異常がないかどうかをモニターするには、ロガーの OPUS の操作でおこなうことができ、次の点に注意しながら、ディスプレイに表示されたセンサーの現在値をモニターすればよい。

- | | |
|----------|----------------------------------------------|
| ノーマルモード | 液晶表示が常時現れ、LED も常時点灯している。 |
| スリープモード | 液晶表示は消えて、LED が明滅する。 <u>通常はこのモード。</u> |
| オフモード | 動作していない。 |
| LED | 緑色ならば、バッテリー状態が良好
赤色ならば、バッテリー状態が低すぎるか高すぎる。 |
| ディスプレイキー | センサーの現在値を表示する。 |

ソフトウェア(SmartGraph)については、Windows 3.1 以上(Windows2000 で確認済み)で、動作し、SG_OPUS というディレクトリーに保管される。SmartGraph を実行するには、現場のロガーに接続されている RS232C コードの端子をコンピュータに接続し、ロガーのディスプレイが消えている状態で起動する。通常は、スリープモードで記録中のまま起動することになる。コマンド Readout measuring instrument によって、ロガーからパソコンへデータ転送を行う。ソフト的に記録装置をもっている。ロガーからのデータを系統的(週単位のファイル)に記録している。また、コマンド Open では、転送されたデータを指定した期日で画面表示する。データがだんだん蓄積され

てきたとき簡単にデータを探し出すことができる。コマンド Export では、テキストファイルに変換して保存が可能であり、後でエクセル等への変換はユーザーが自由に実施できる。

図化のためのプログラムは、エクセルで構築し、月単位のデータを貼り付ければ、自動的に図が更新される。

1. 観測結果の概要

観測結果を 10 分単位で描画したものは、付図として末尾にかかげた。月別に気温・湿度・日射量・時間単位で集計した雨量、風向風速で観測されたベクトルの東西南北成分である。これをもとに日単位の値を図化した観測期間中の気象要素の変動が図 4～図 8 に示されている。2004 年は、夏の異常な高温と度重なる台風の上陸で特異な年であったが、年間の平均値を示すと表-1 となる。ただし、4 月 30 日から 5 月 2 日は欠測であるためこの 3 日間の値を除いた 363 日間の平均あるいは合計値を示している。ただし、観測は雨量については、10 分間隔の合計値、また、風速については、10 分間の風杯の回転数を基に m/sec に集計されたものが観測値としてロガーに記録される。その他の気温・湿度・日射量は、正 10 分毎の瞬間の観測値である。日射量は W/m^2 で観測されているが、日量で整理するために W/m^2 が $J/sec/m^2$ と等しい関係にあることから観測値を $60*60*24$ 倍して 10^6 で除した MJ/day の単位で表記している。ここで W は watt、J は joule、M は mega(10^6)を意味している。気象統計的なデータの整理をするうえで、日量で表示する場合が適当である要素や、時間量で表示する場合が適当である要素があり、それぞれ慣例に従った。極値として日単位の量を使用する場合や、瞬間値を使用する場合とが混在しているが、動植物の生態調査にどれが適当かは今後の調査の目的に応じて任意に選択すべきである。また、この期間における極値の統計は表-2 のとおりである。

表-1 京都大学霊長類研究所キャンパスにおける 2004 年気象統計値

要素名	気温	湿度	気温	気温	日射量	風速	風速	雨量
元統計値	日平均	日平均	日最高	日最低	日平均	日平均	日最大	日合計
日単位	[degree]	[%]	[degree]	[degree]	[MJ/m ² /day]	[m/sec]	[m/sec]	[mm/day]
年平均	15.6	75.4	20.6	11.5	11.4	0.38	2.26	
年合計					4137			2274.6

表-2 京都大学霊長類研究所キャンパスにおける 2004 年気象極値

要素名	気温	気温	湿度	日射量	日射量	風速	雨量	雨量
元統計値	10 分値	10 分値	10 分値	日平均	日平均	10 分値	日合計	時合計
日単位	degree	degree	%	MJ / m ² /day	MJ / m ² /day	m/sec	mm /day	mm /hour
項目	年最高	年最低	年最低	年最大	年最小	年最大	年最大	年最大
極値	35.7	-4.4	14.5	24.8	0.8	13.6	122.0	54.8
第一発生時	14:30	23:20	13:40			1:00		18:00
第一発生日	Jul. 28	Jan. 22	Feb. 13	Jun. 14	Dec. 31	Aug.31	Sep. 5	Sep. 24
第二発生時	14:40	4:40	16:20					
第二発生日	Jul. 28	Jan. 23	Feb. 13					
第三発生時		4:50						
第三発生日		Jan. 23						

年間の気象要素を日量として集計し 2003 年 11 月から 2005 年 2 月まで表示したものが図-4、図-5、図-6、図-7、図-8 である。いずれも横軸に日数を記載しており、31 日毎に日数をふっている。

図-4 の日射量は最大値の包絡線が美しい正弦曲線を描いており、これは、晴天日で雲による遮断がない場合の日射を意味している。晴天であれば、夏至に最大が冬至に最小が出現する。図-5 の気温は、日射量ほど明確ではないが、位相の遅れをともなってやはり正弦曲線を描いている。図-6 は、湿度と雨量を示しているが、4 月後半・5 月の雨が多く、6 月に雨が少なかったことや 8 月・9 月・10 月に強い雨が出現したこと、冬季から 4 月にかけて湿度の低い日が出てきている。図-7 は、風速の方向成分の日平均値を示している。冬に北風が卓越するだけでなく恒常的に風が強いことが指摘できる。また、4 月以降は、南風・西風が卓越し時折強い風が吹く日がある。図-8 は、日平均風速と日最大風速（瞬間風速ではなく 10 分間平均の最大値）を示した。

台風による強風が夏から秋にかけて出現した様子を確認することができる。

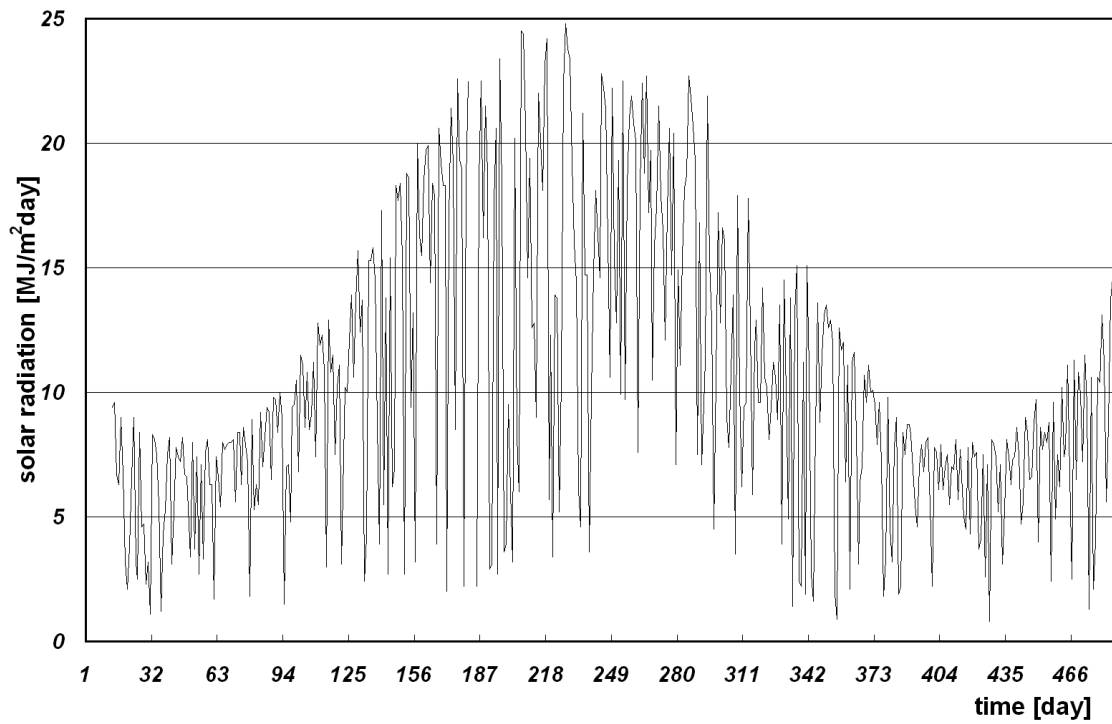


図-4 日射量（日合計値）の季節変化

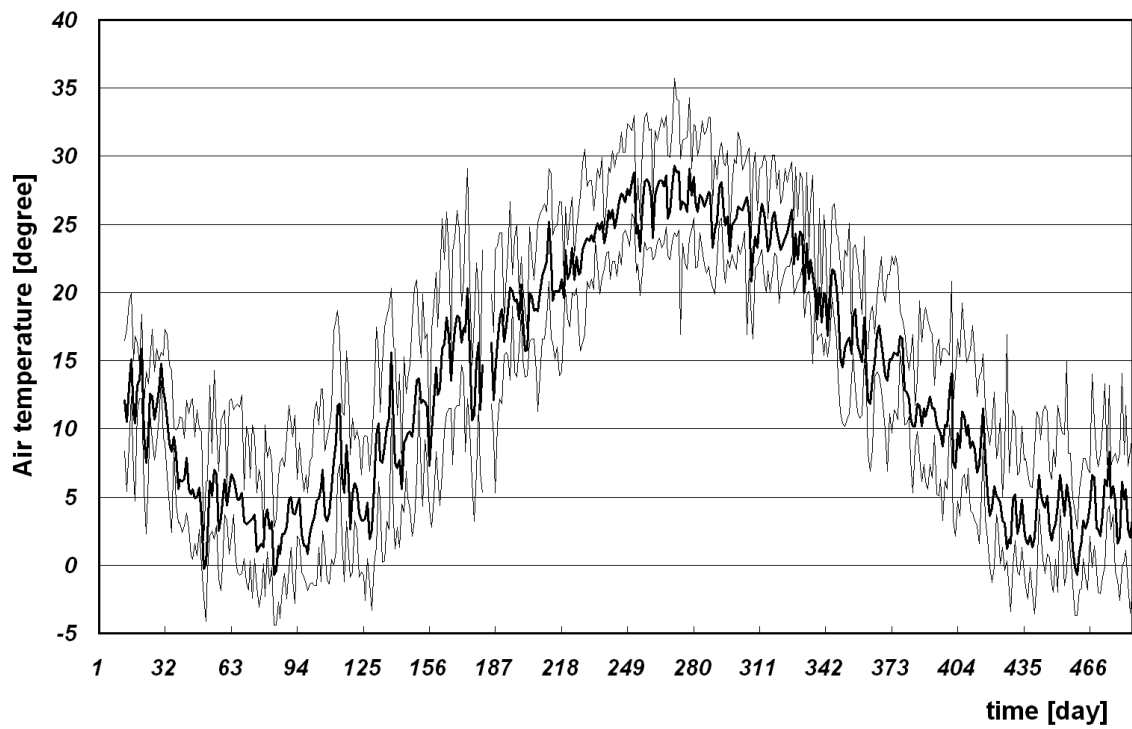


図-5 日平均気温・日最高気温・日最低気温の季節変化

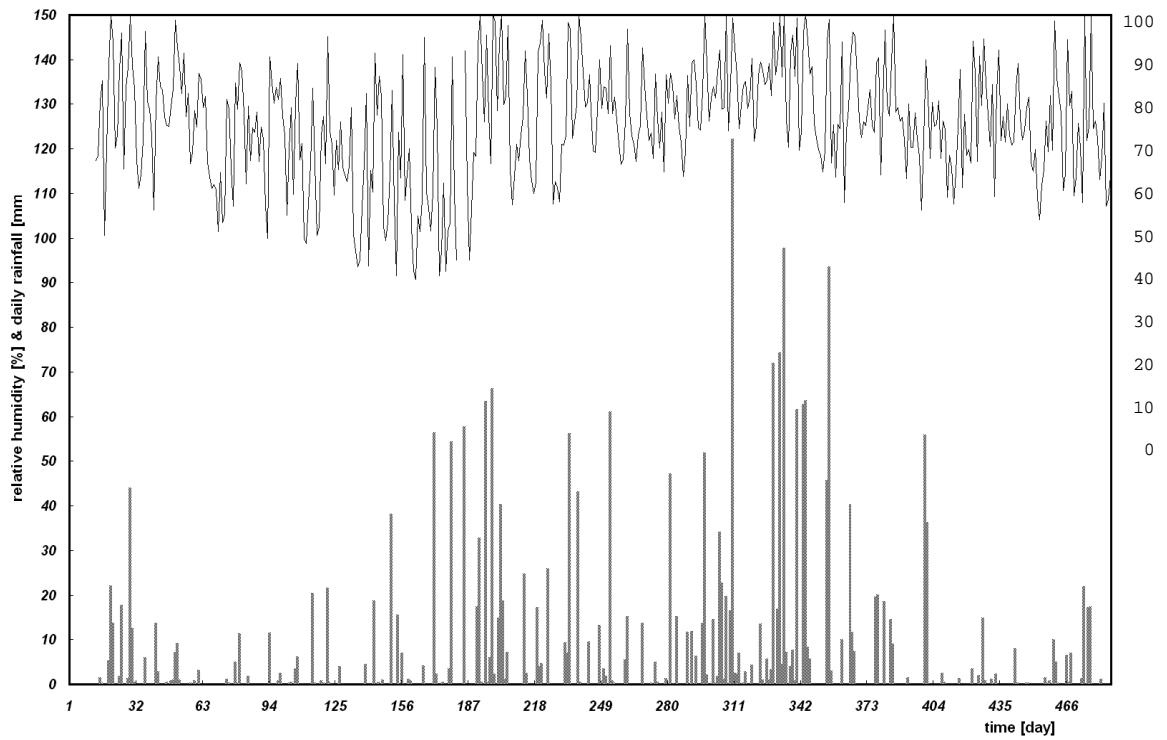


図-6 日雨量・日平均湿度の季節変化

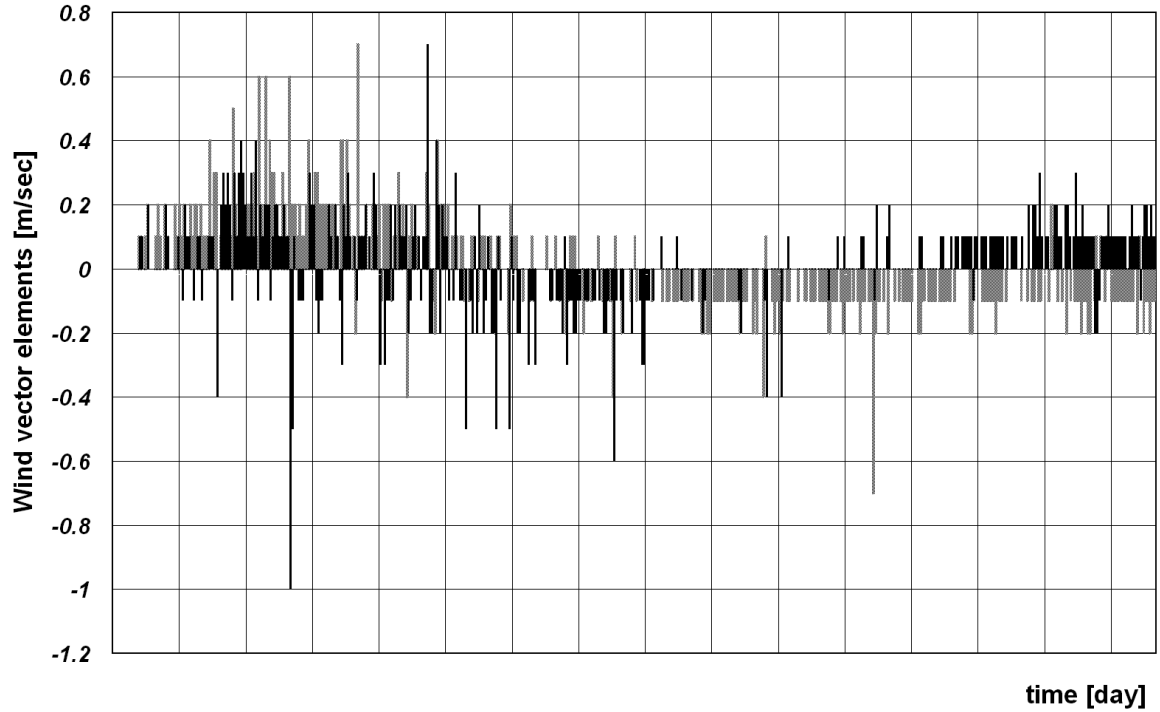


図-7 風速ベクトルの日平均値の季節変化

(注 黒線プラス：北風、グレイ線プラス：東風)

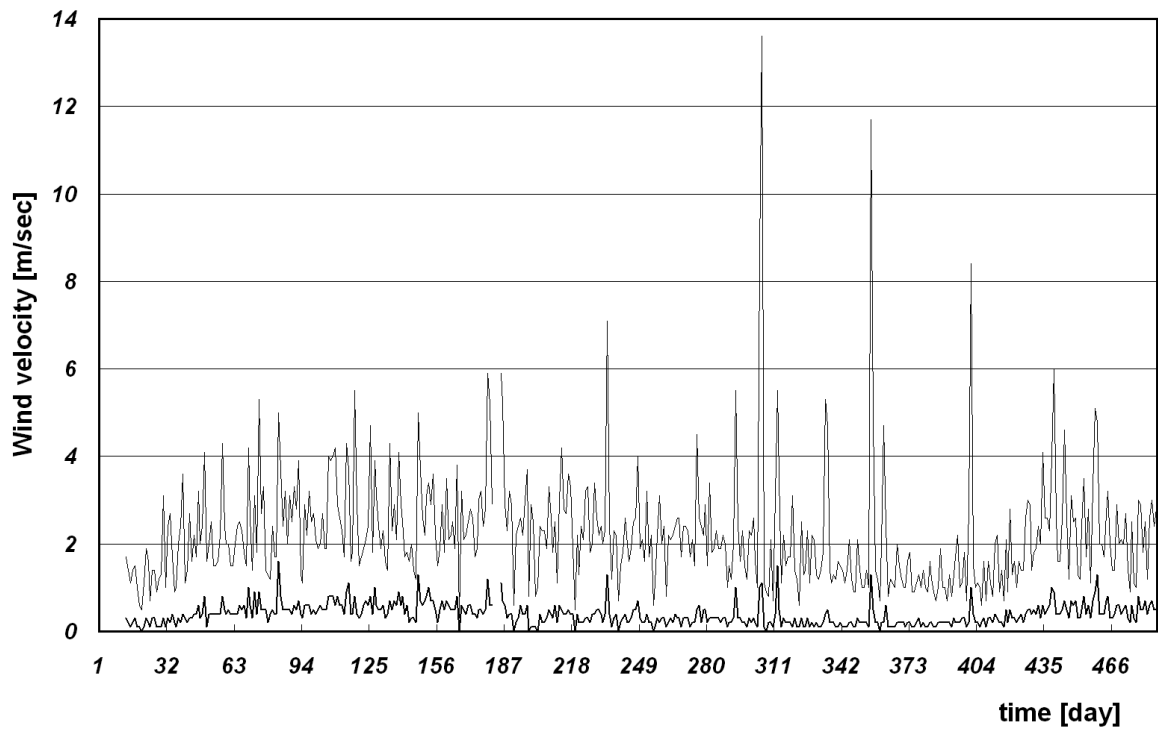
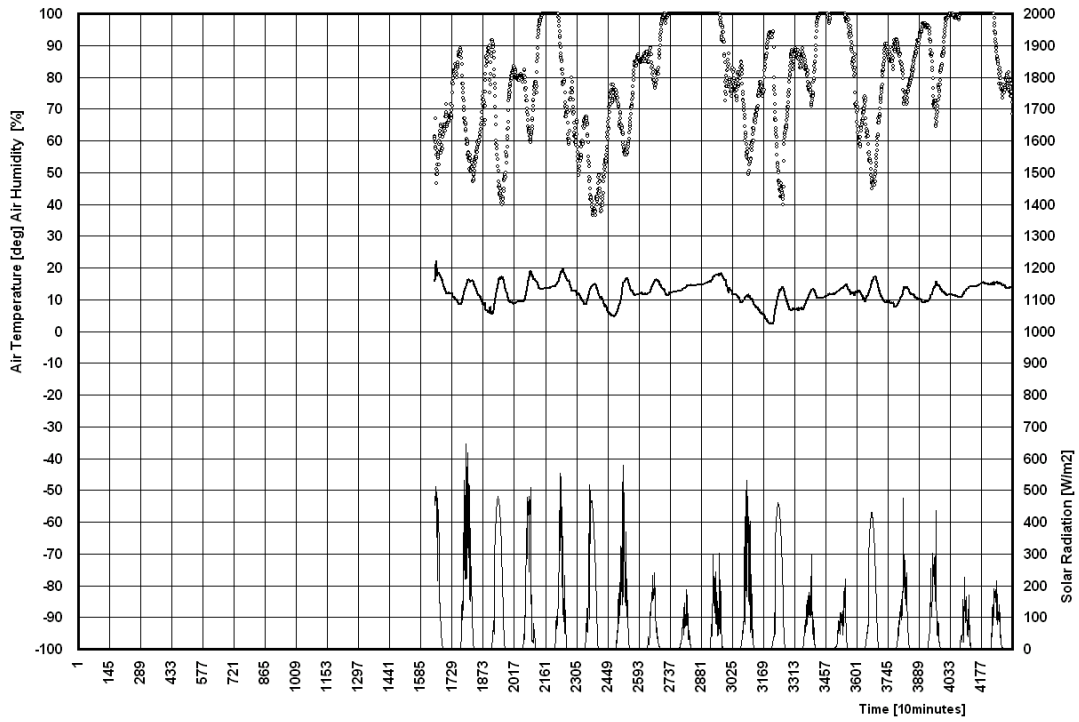
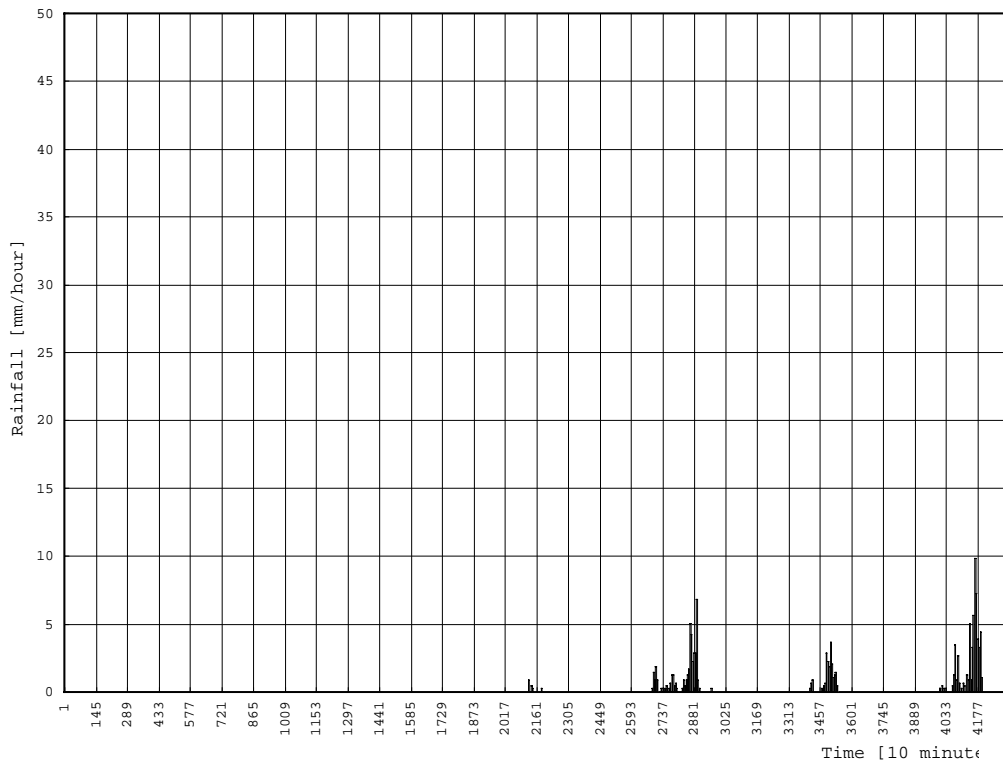


図-8 日最大風速と日平均風速の季節変化

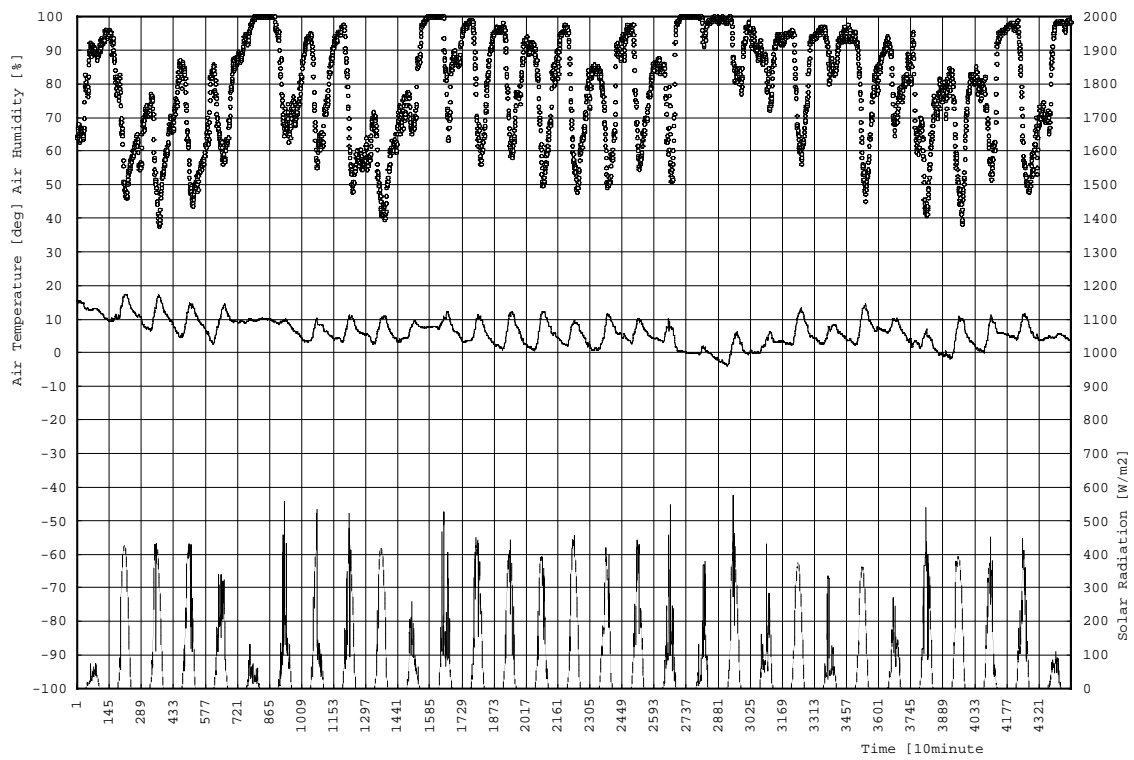
付図



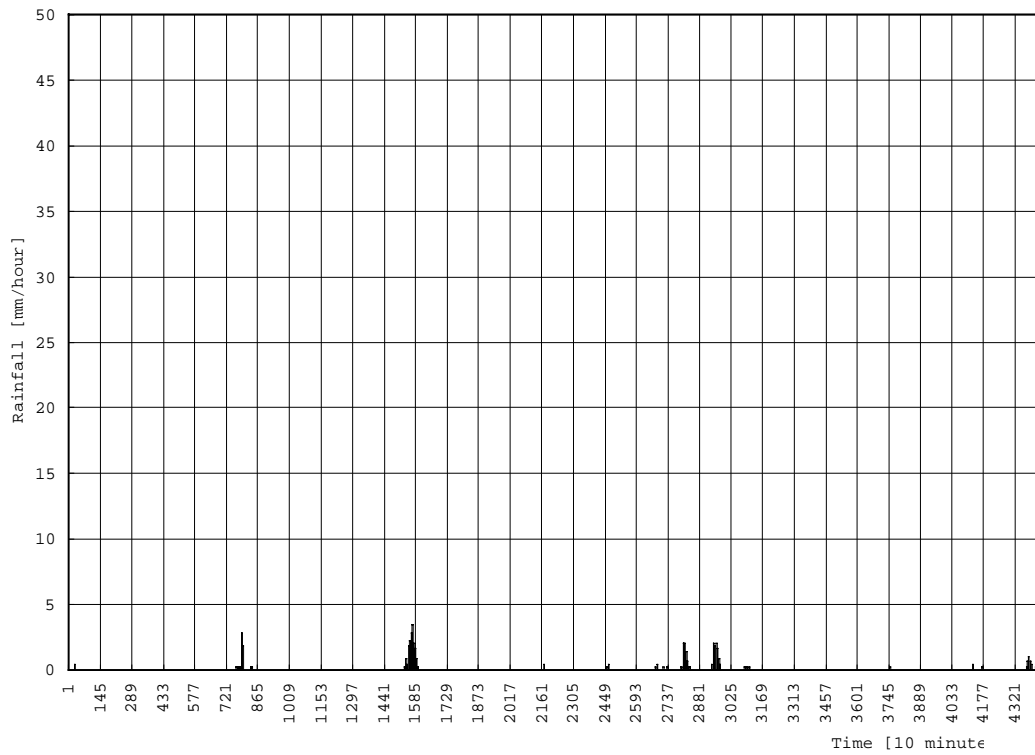
NOVEMBER, 2003 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



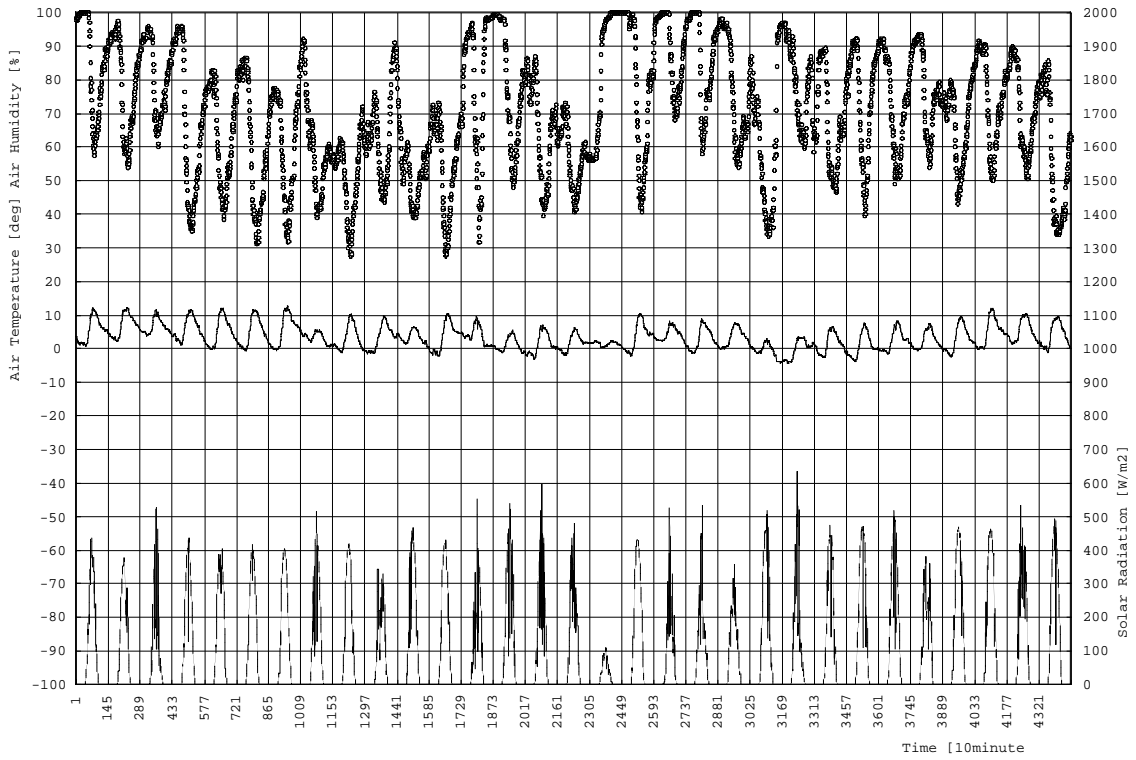
NOVEMBER, 2003 Hourly rainfall



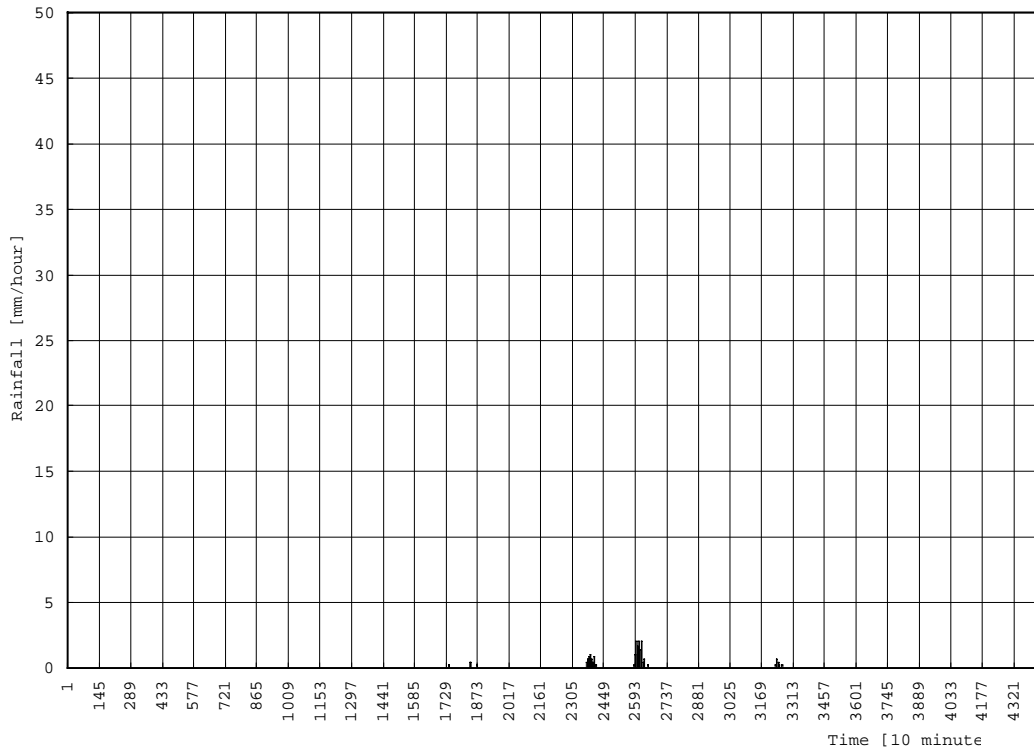
DECEMBER, 2003 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



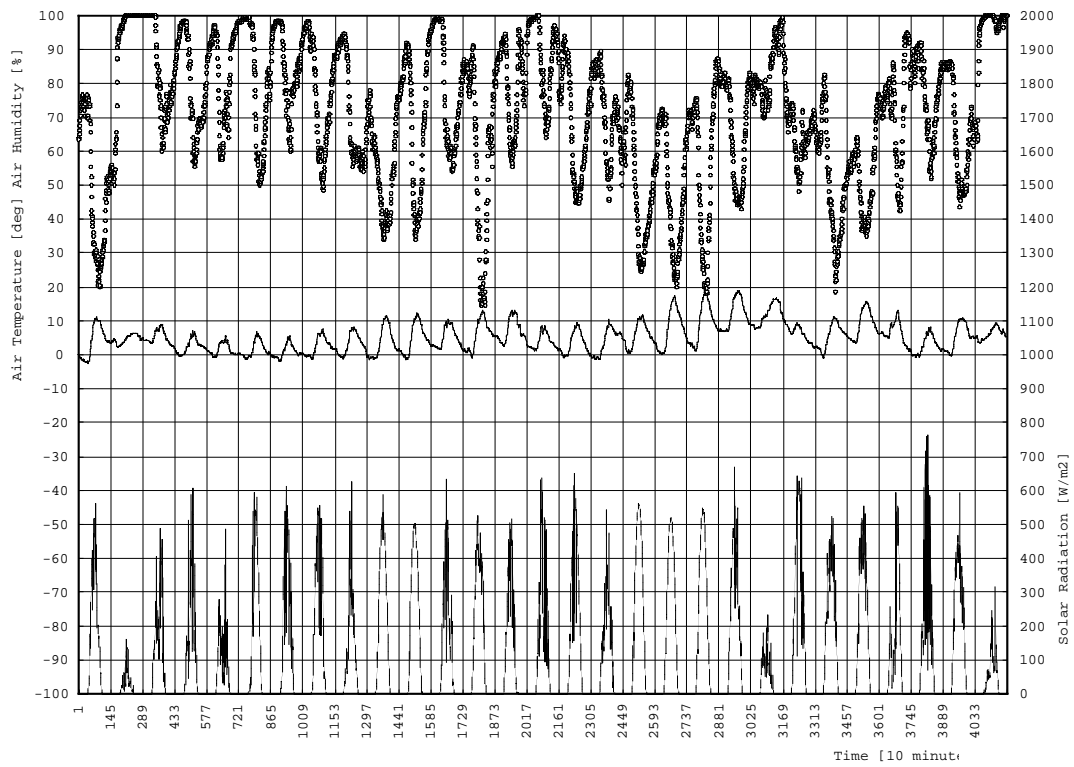
DECEMBER, 2003 Hourly rainfall



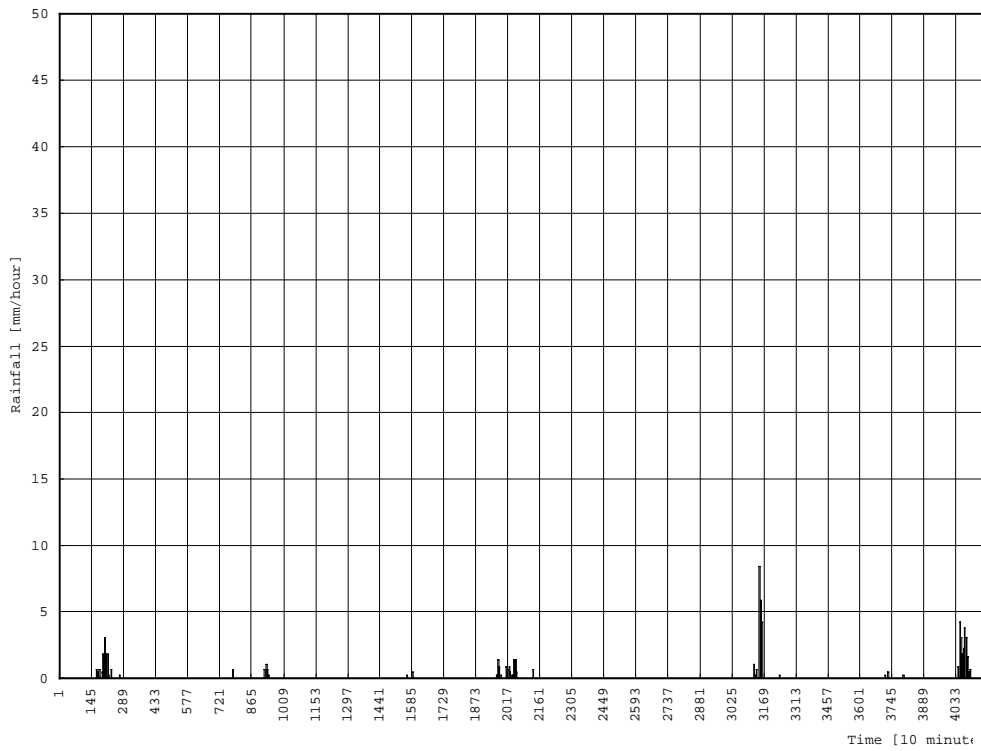
JANUARY, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



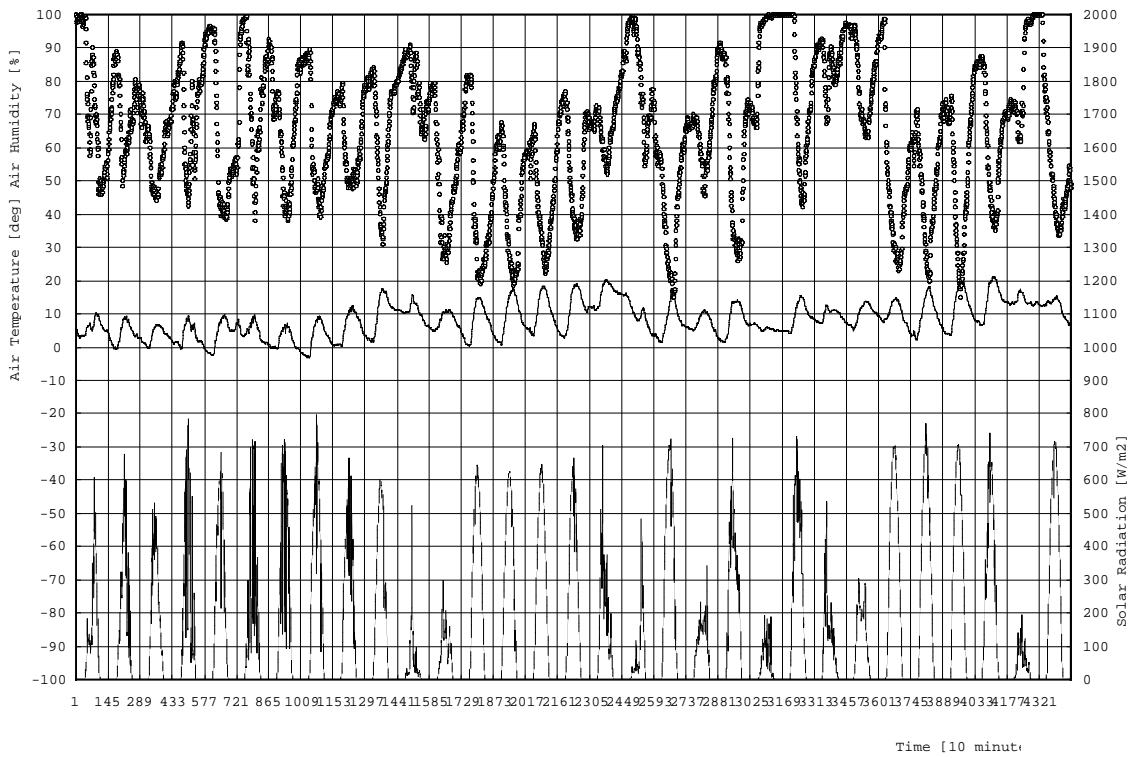
JANUARY, 2004 Hourly rainfall



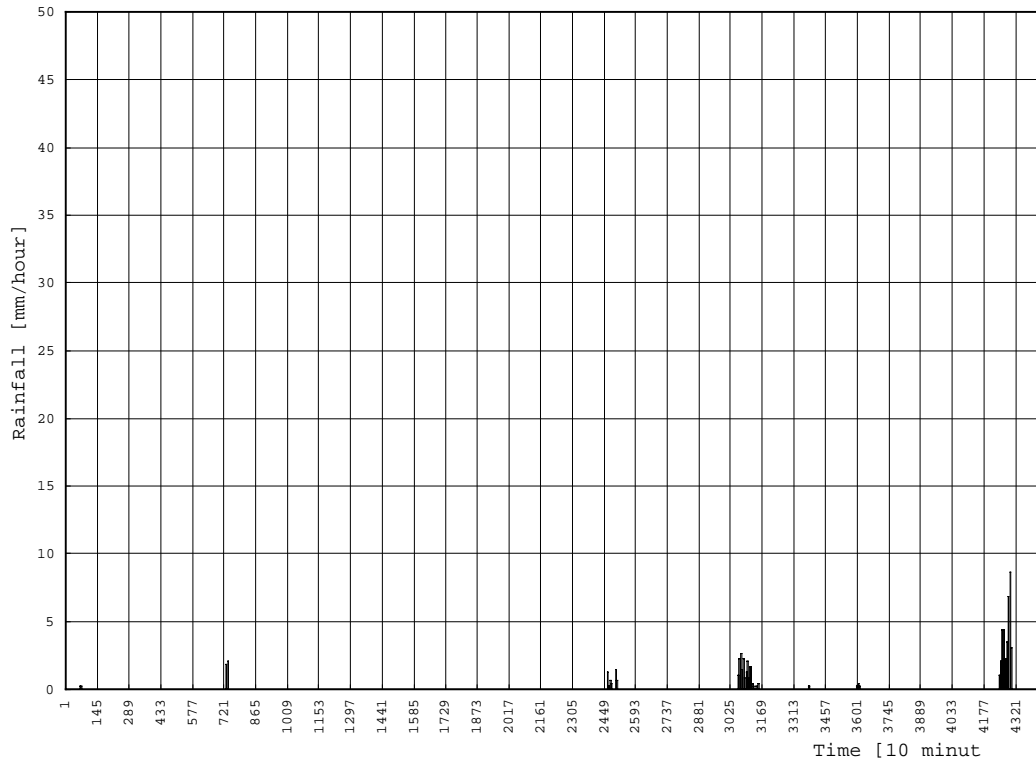
FEBRUARY, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



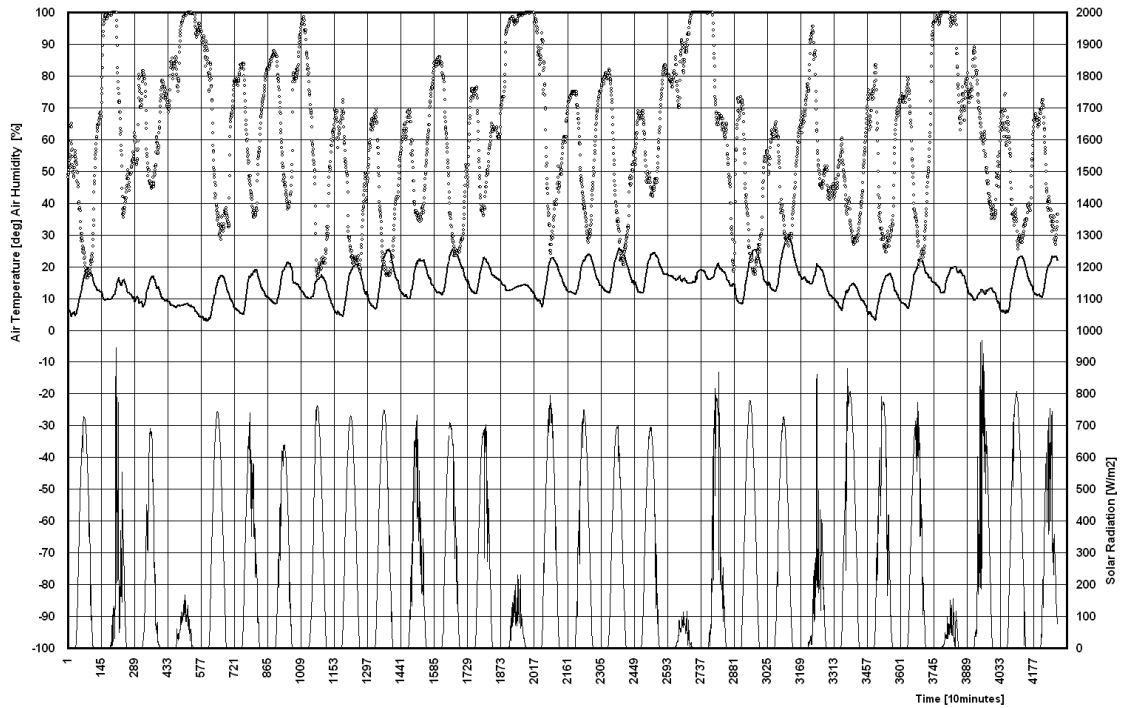
FEBRUARY, 2004 Hourly rainfall



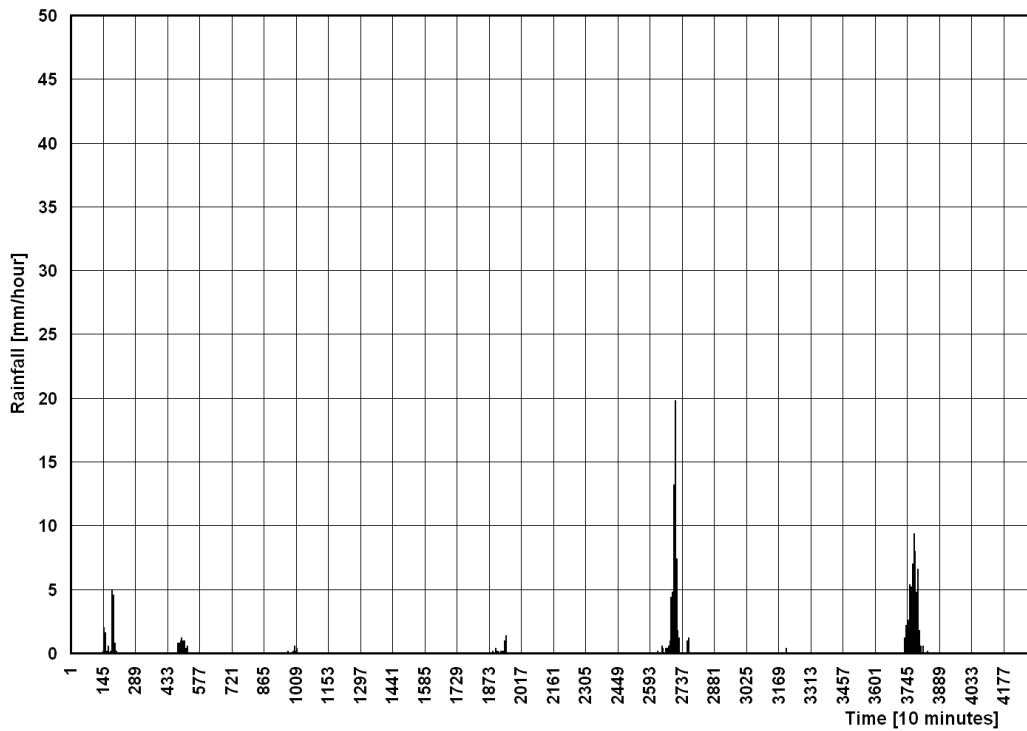
MARCH, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



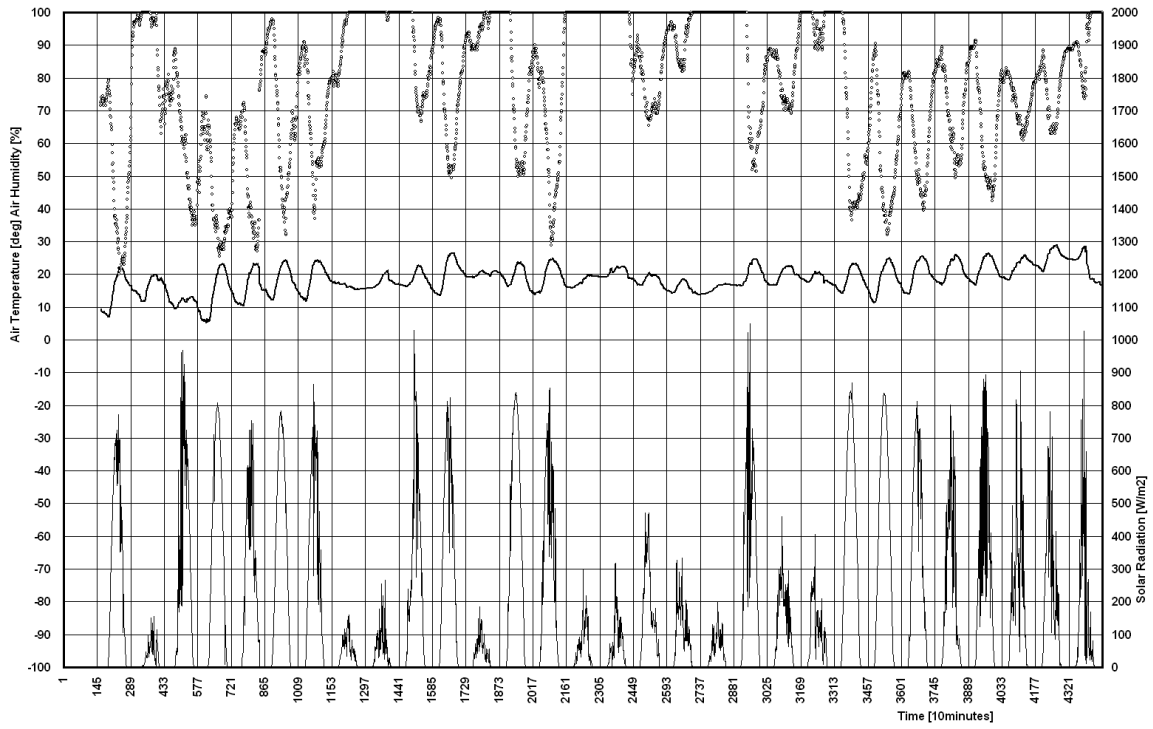
MARCH, 2004 Hourly rainfall



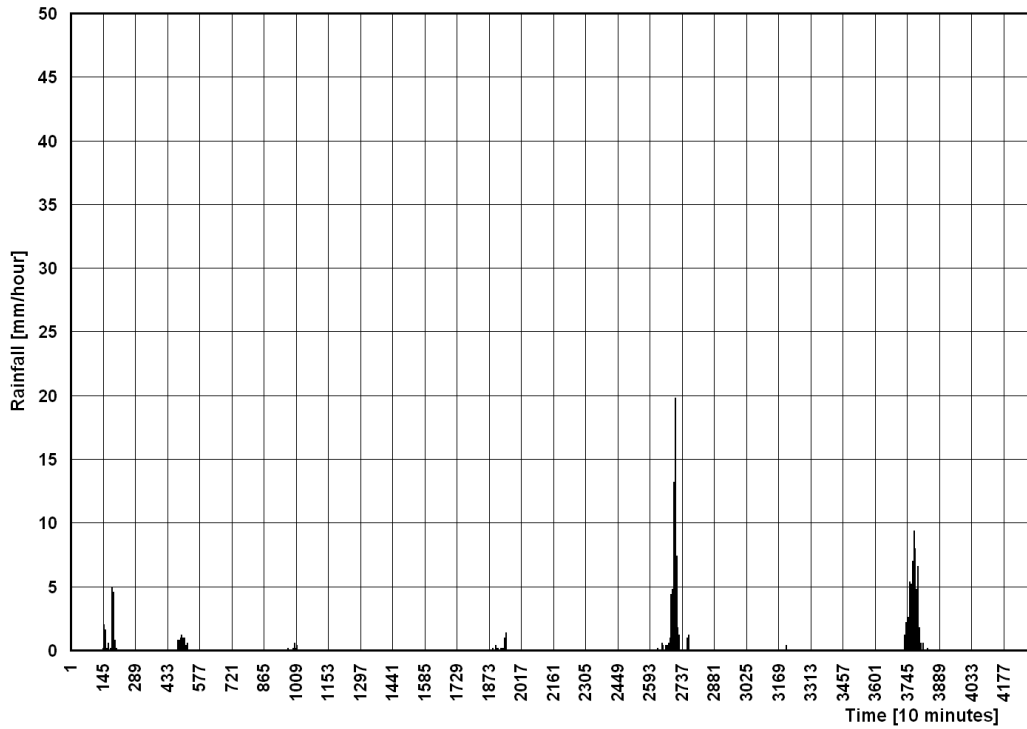
APRIL, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



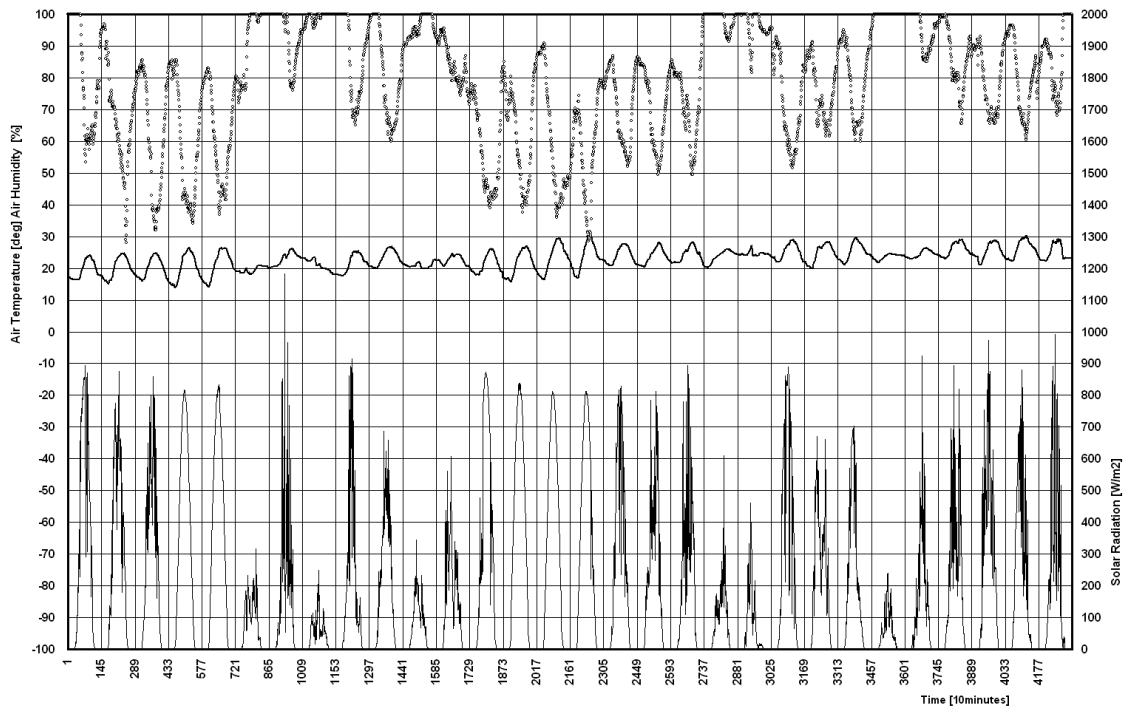
APRIL, 2004 Hourly rainfall



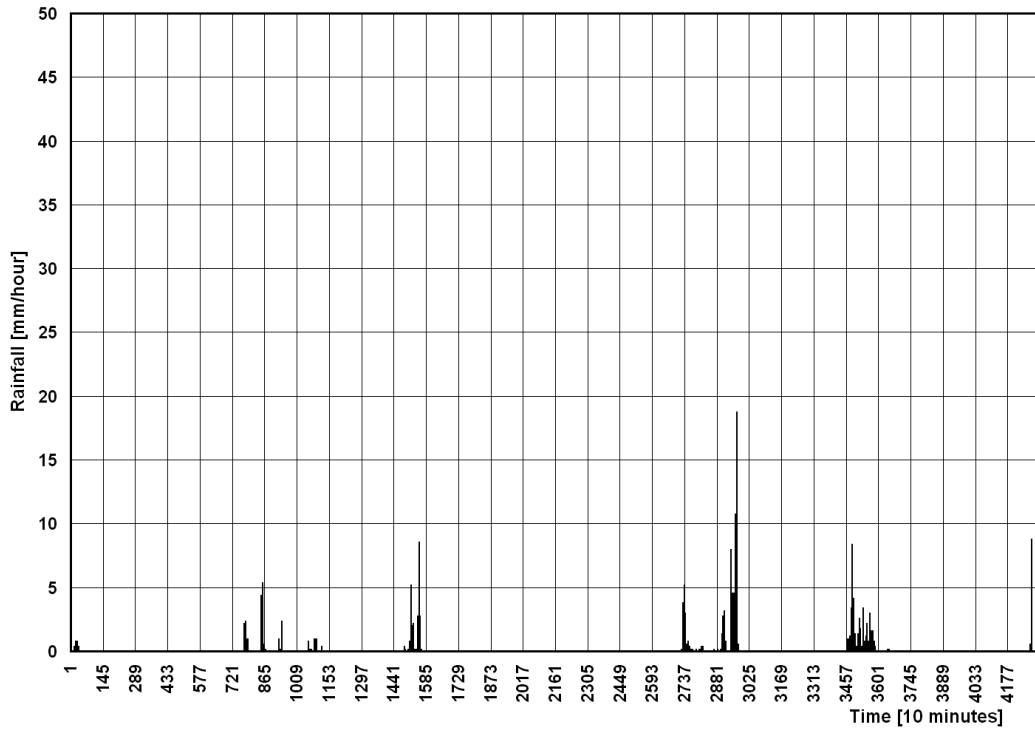
MAY, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



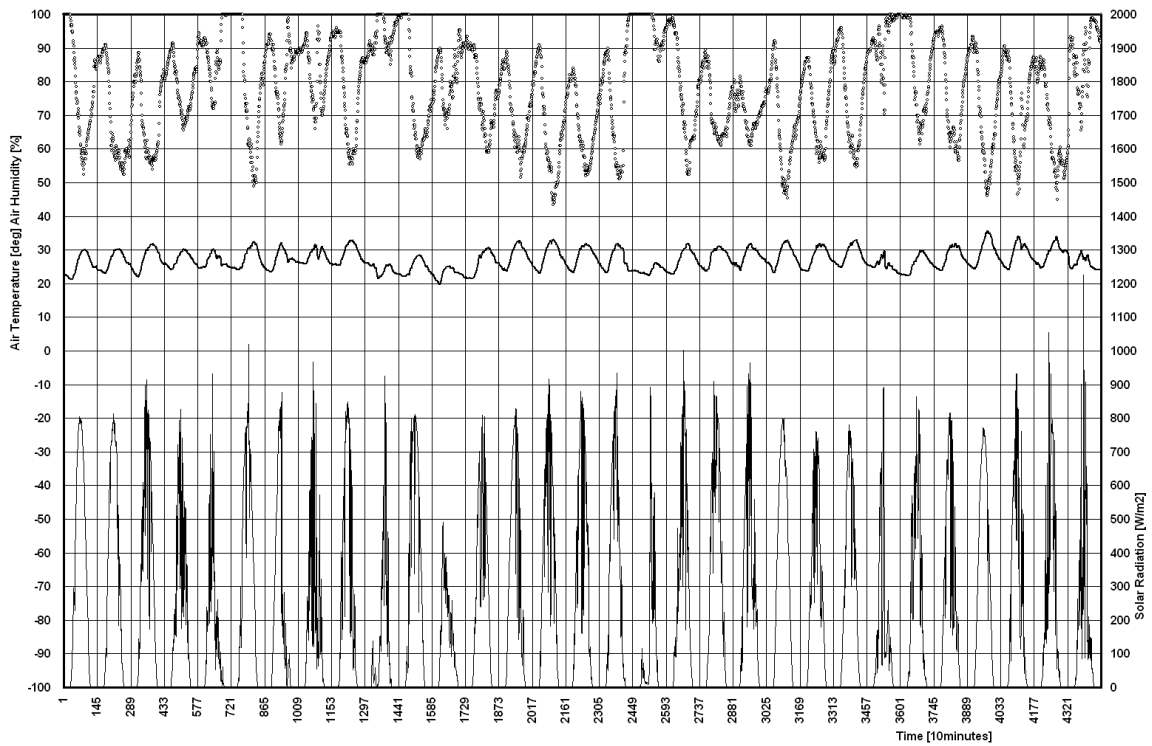
MAY, 2004 Hourly rainfall



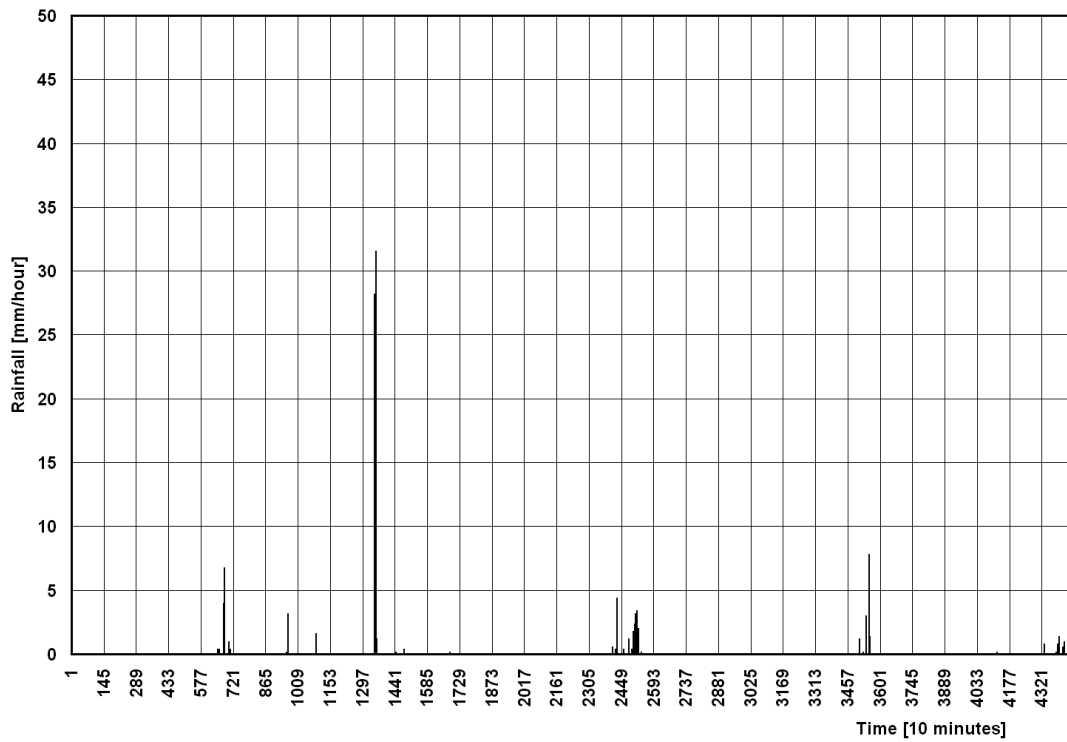
JUNE, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



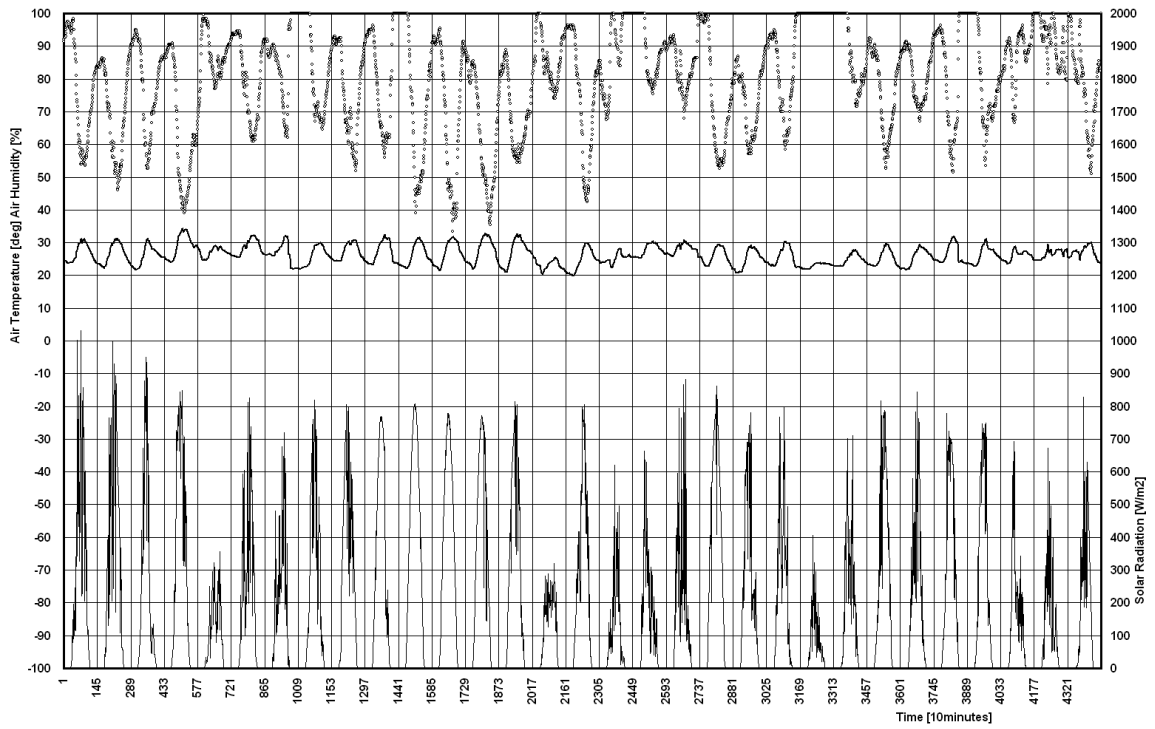
JUNE, 2004 Hourly rainfall



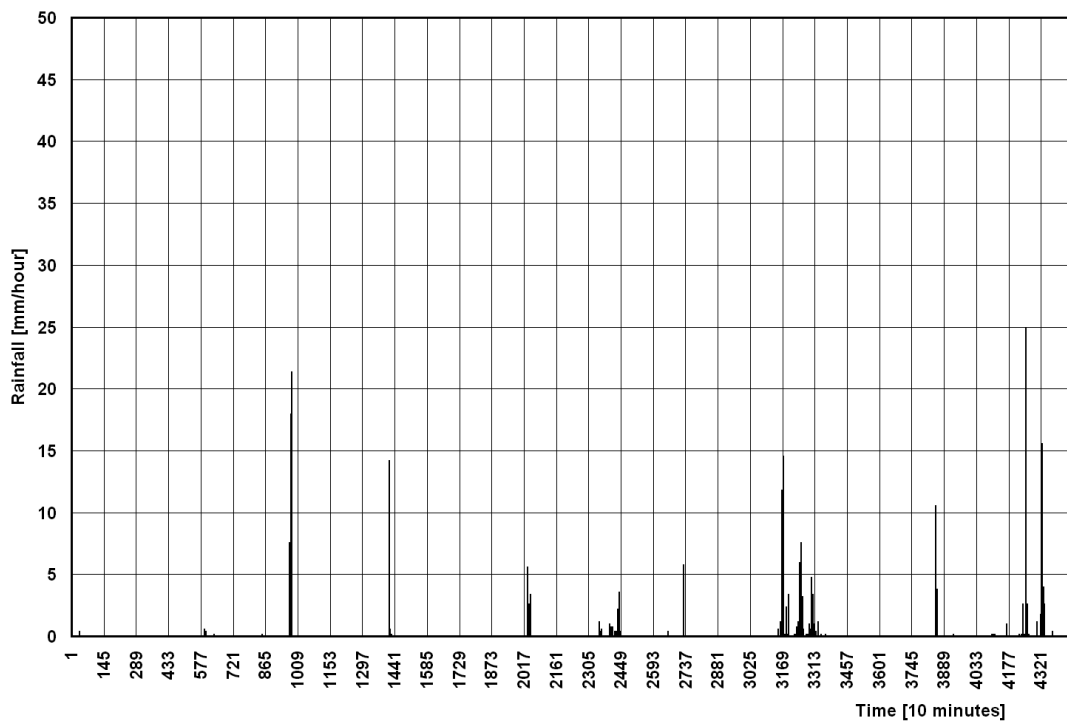
JULY, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



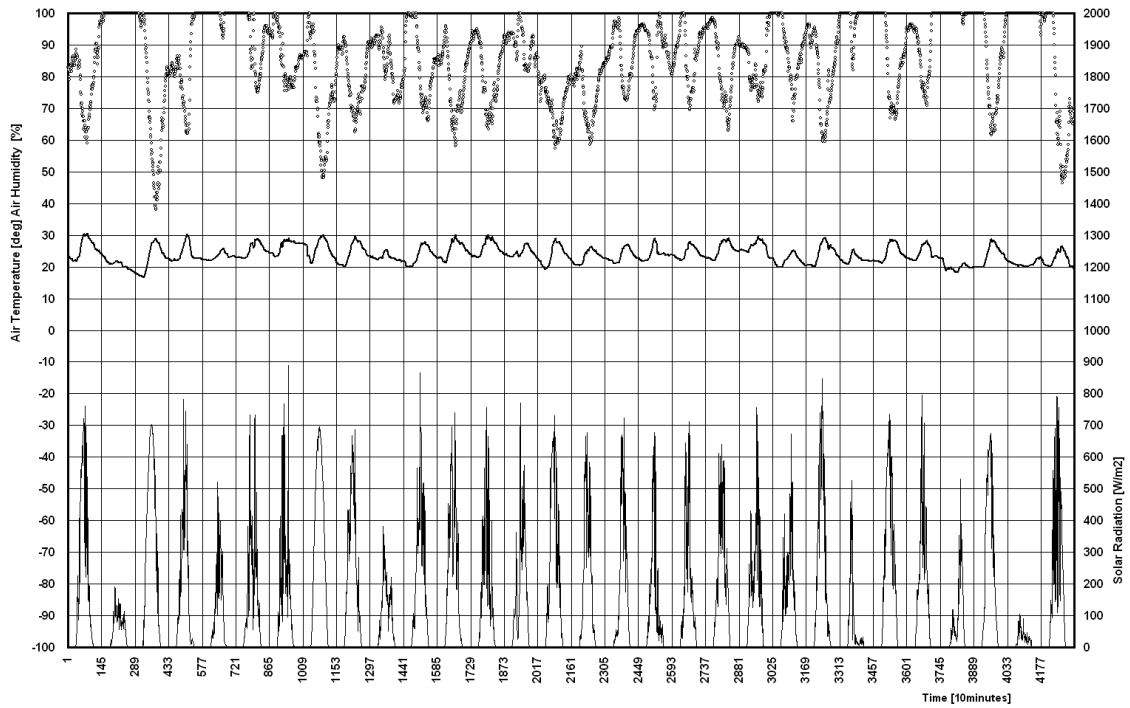
JULY, 2004 Hourly rainfall



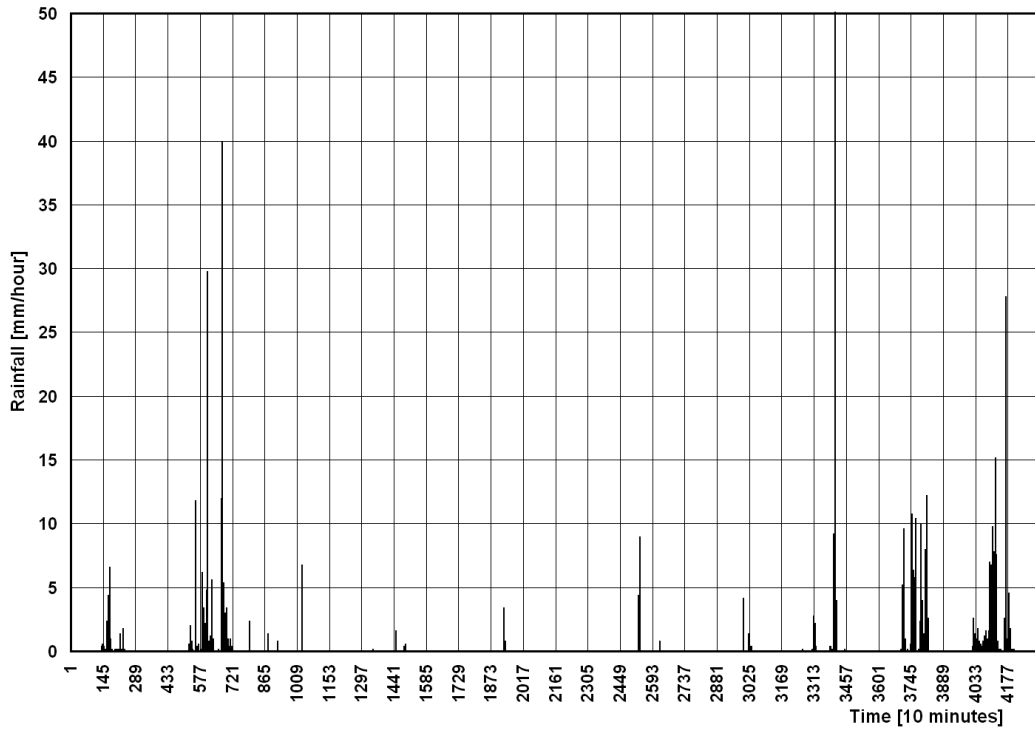
AUGUST, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



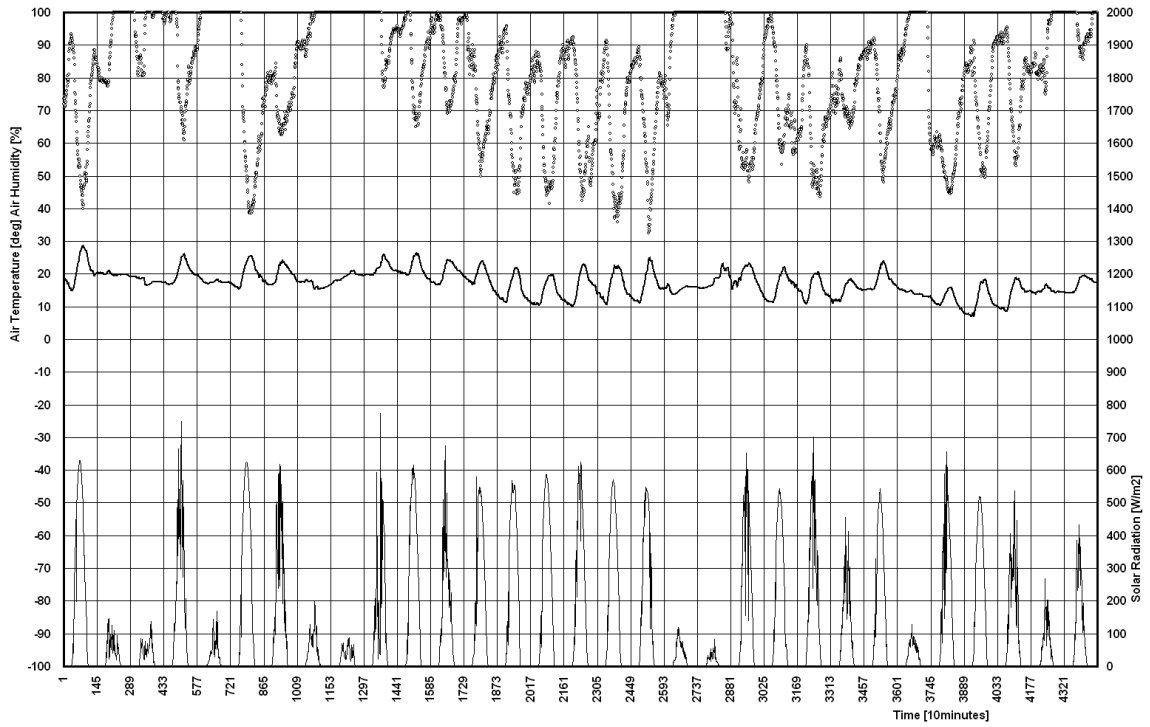
AUGUST, 2004 Hourly rainfall



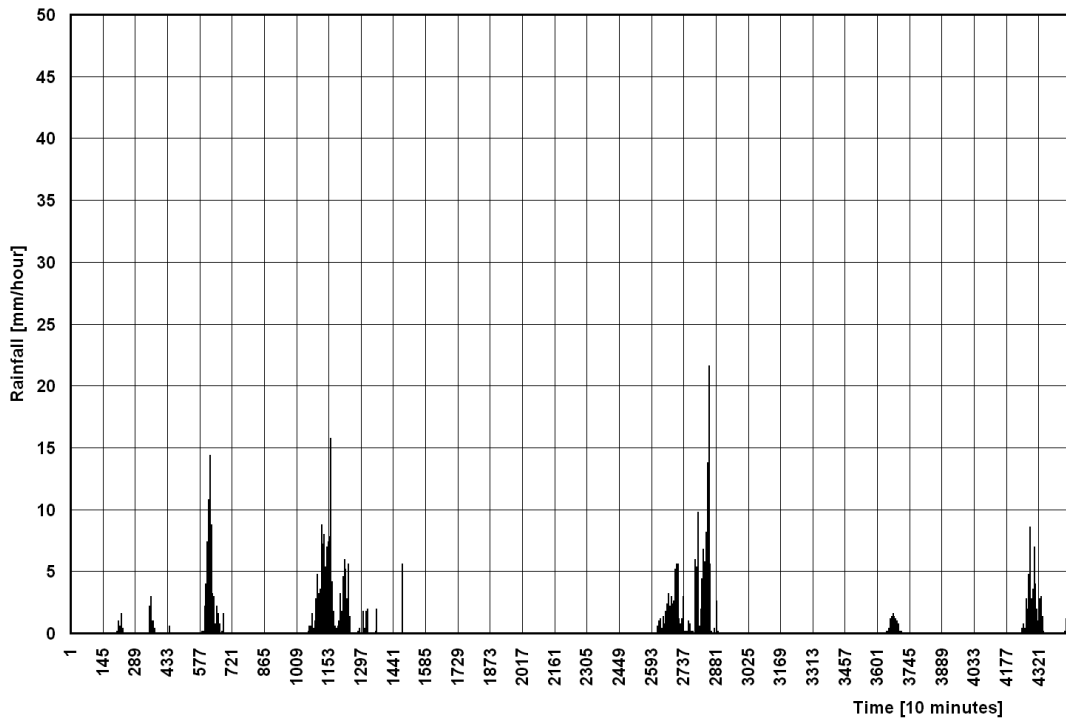
SEPTEMBER, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



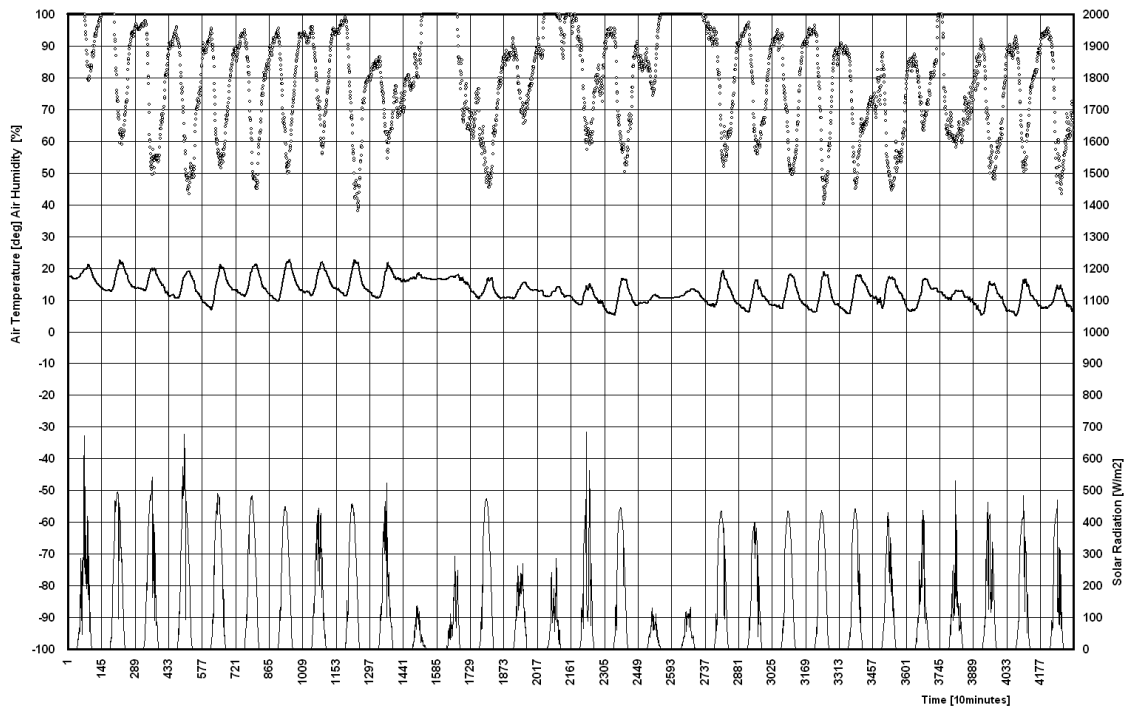
SEPTEMBER, 2004 Hourly rainfall



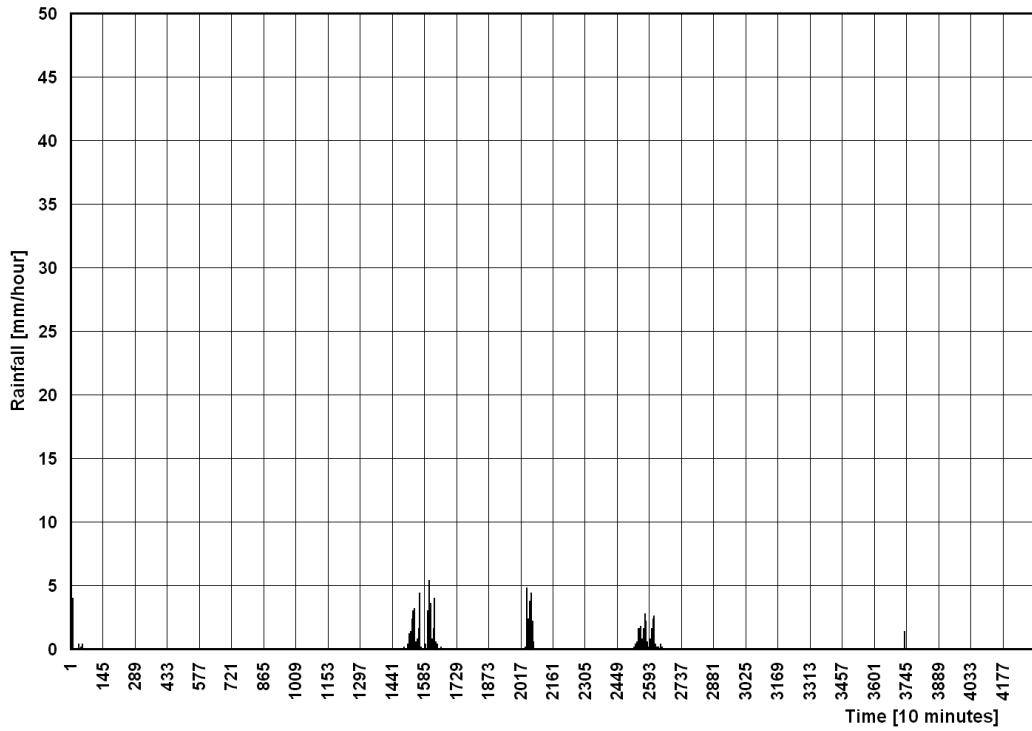
OCTOBER, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



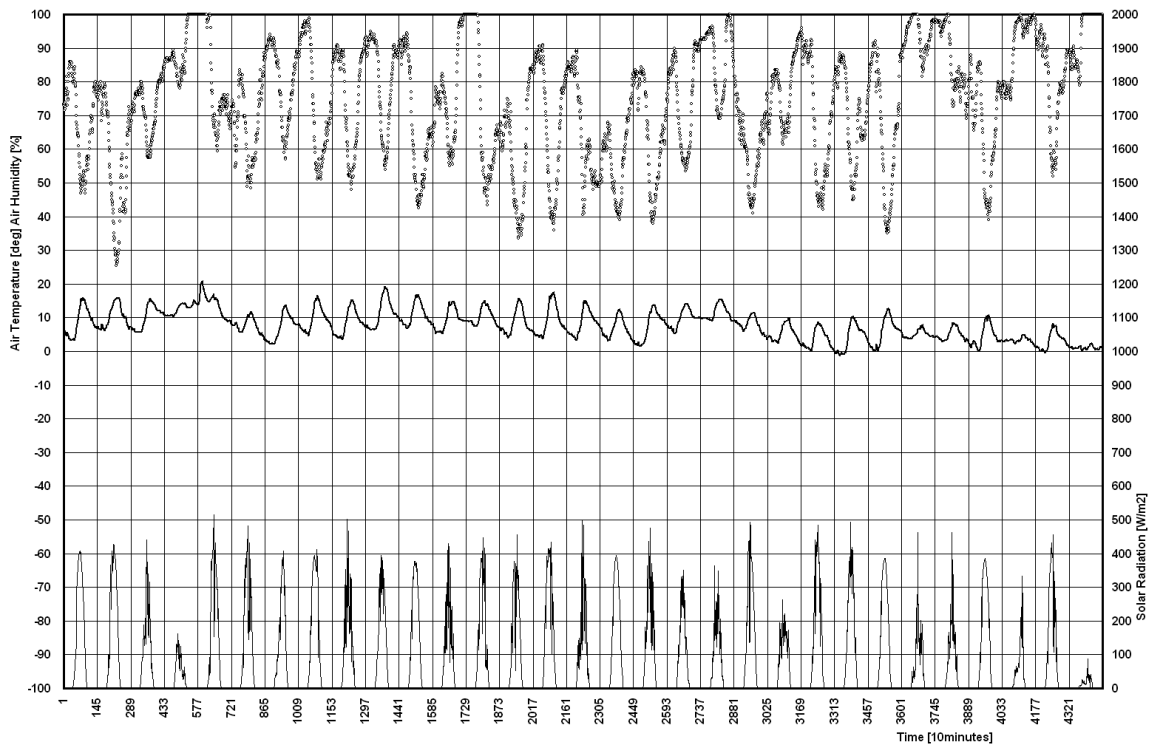
OCTOBER, 2004 Hourly rainfall



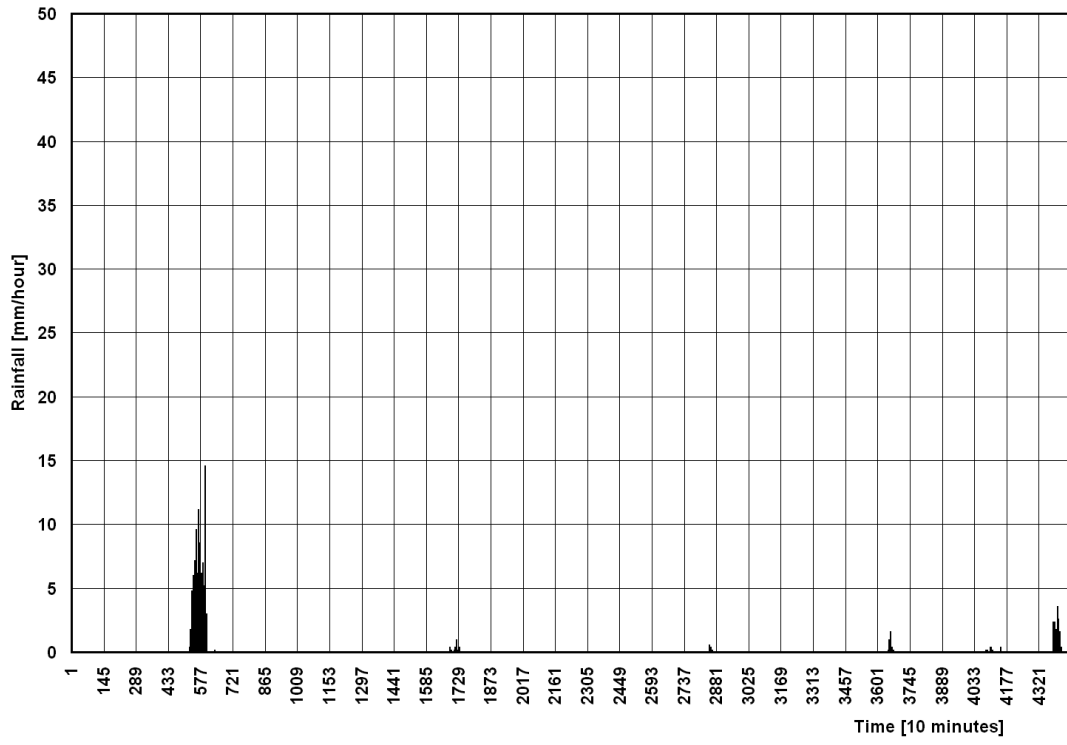
NOVEMBER, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



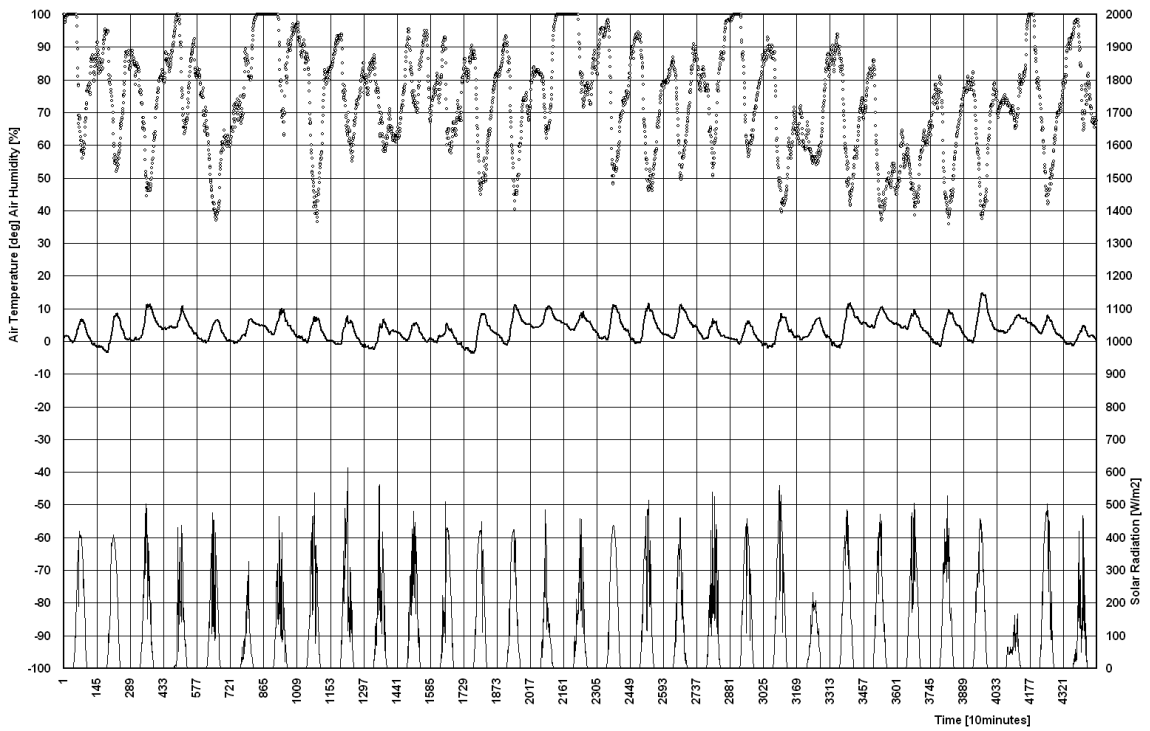
NOVEMBER, 2004 Hourly rainfall



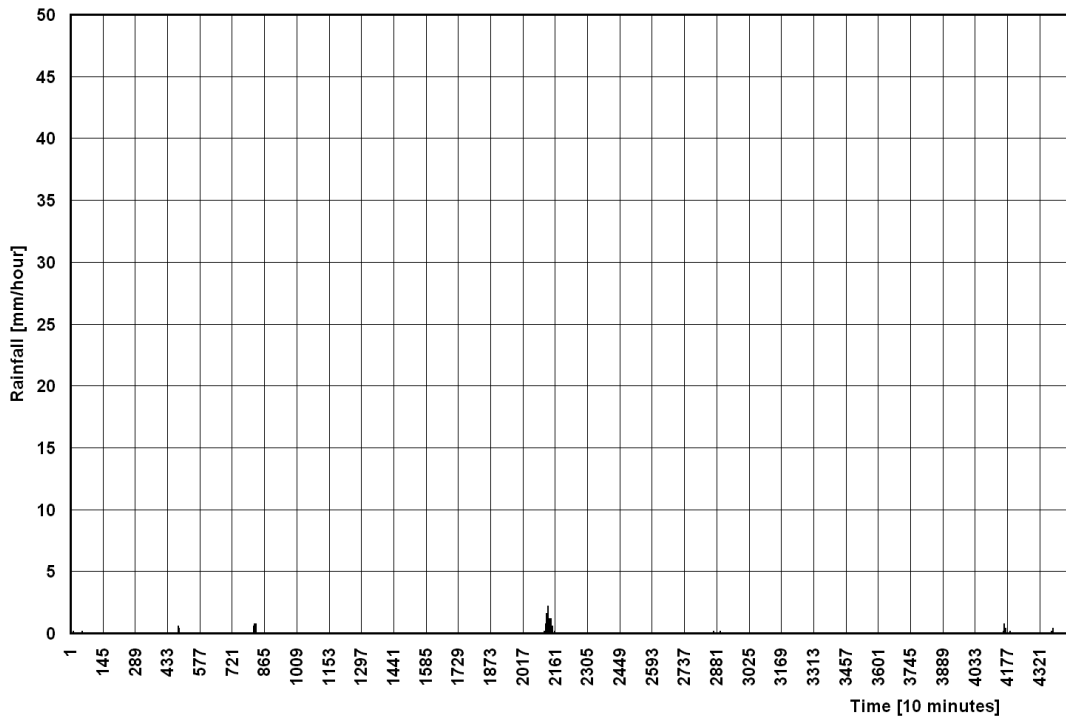
DECEMBER, 2004 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



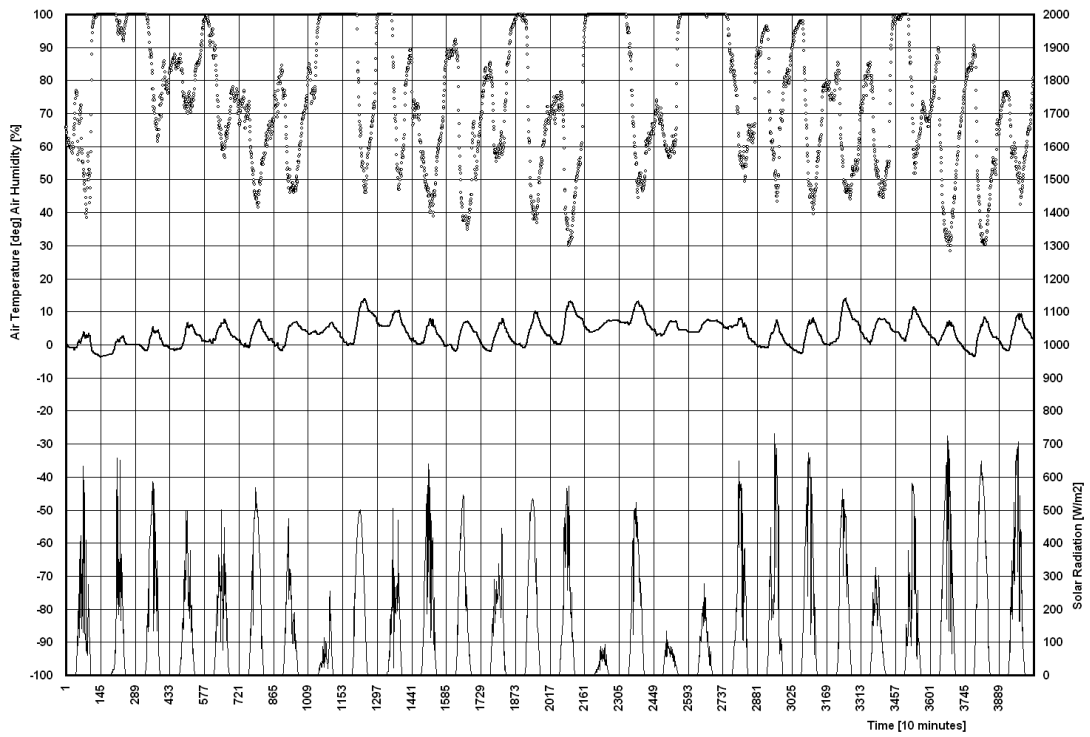
DECEMBER, 2004 Hourly rainfall



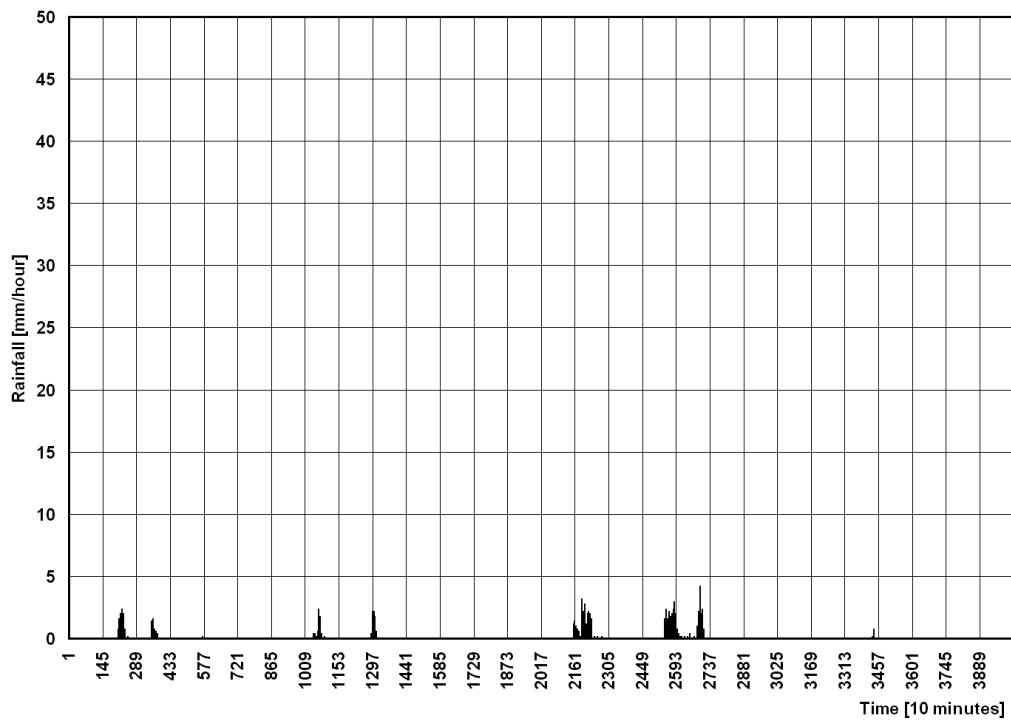
JANUARY, 2005 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



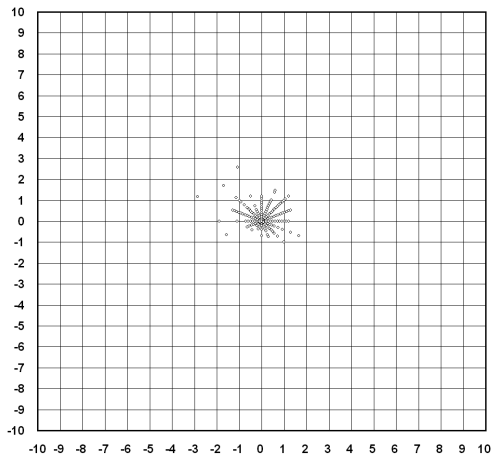
JANUARY, 2005 Hourly rainfall



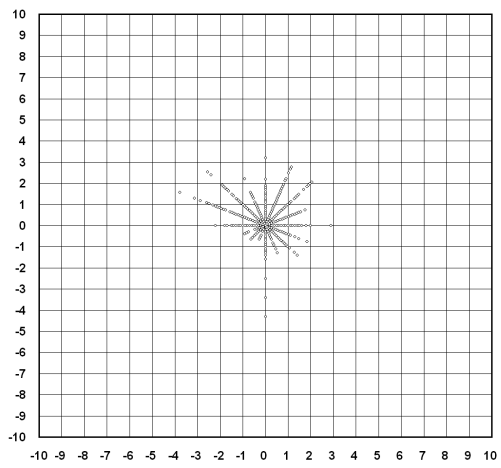
FEBRUARY, 2005 Relative humidity, air temperature, and solar radiation



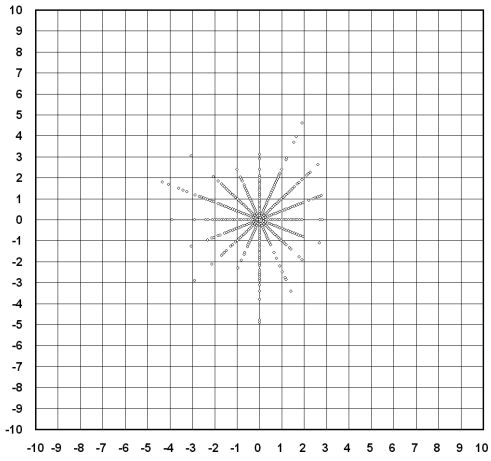
FEBRUARY, 2005 Hourly rainfall



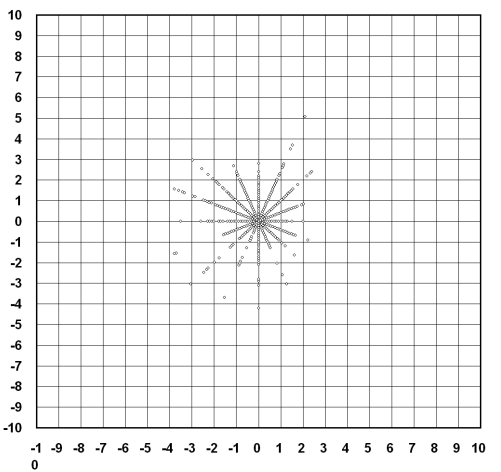
November, 2003 Wind vector



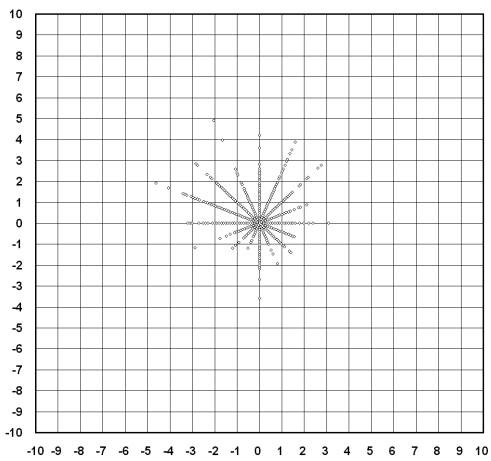
December, 2003 Wind vector



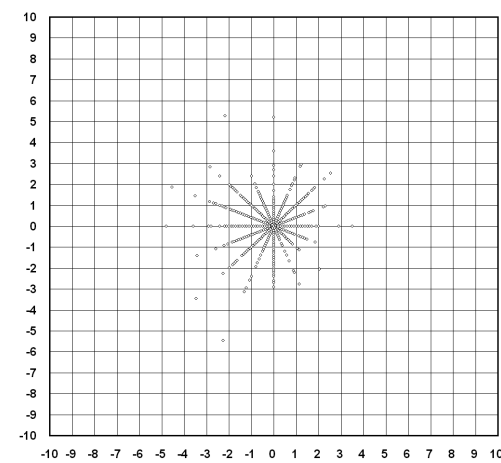
January, 2004 Wind vector



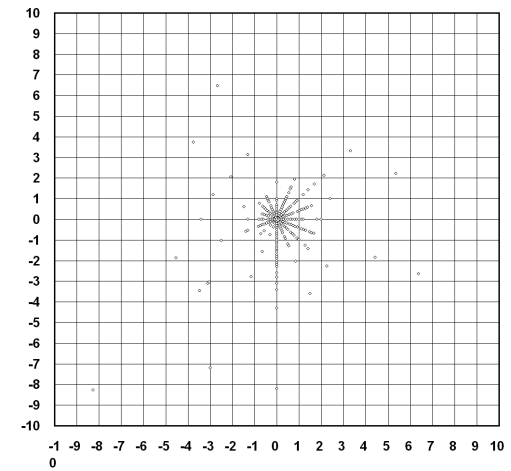
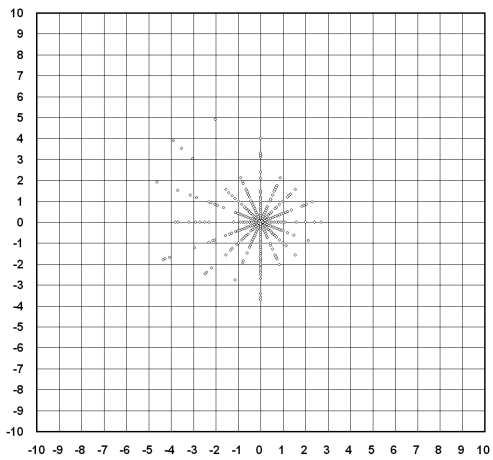
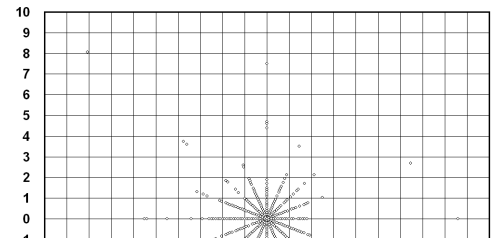
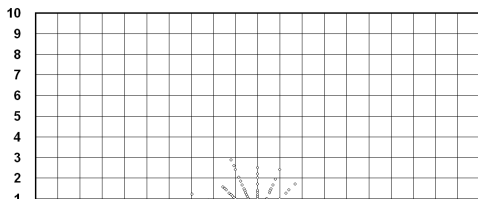
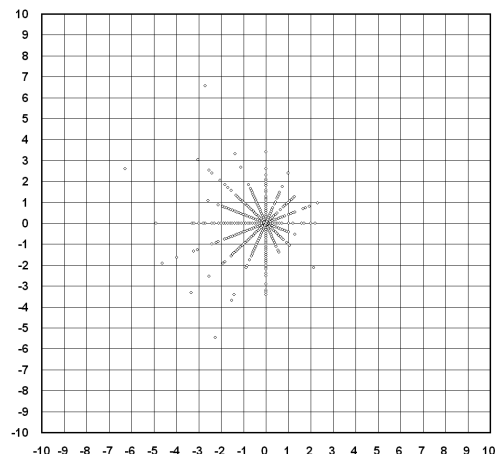
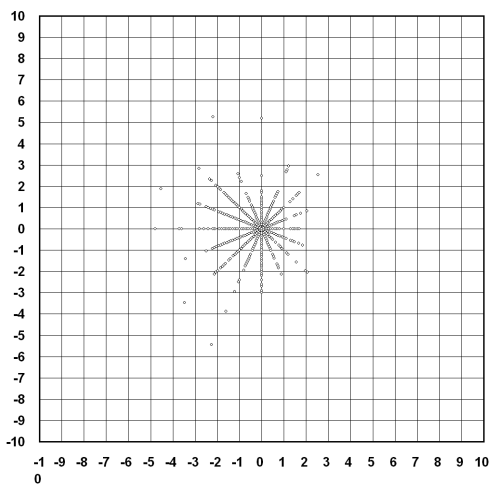
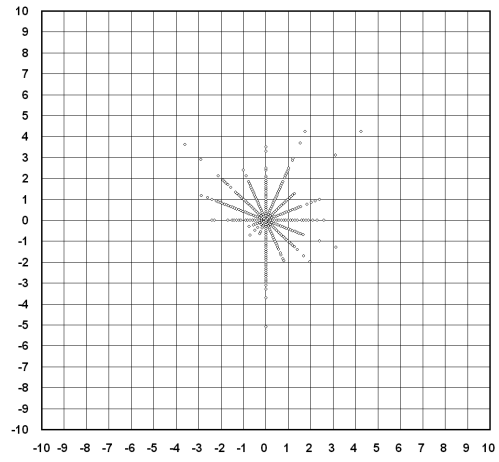
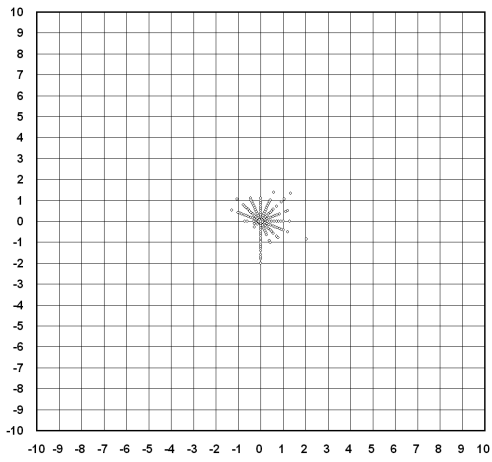
February, 2004 Wind vector



March, 2004 Wind vector



April, 2004 Wind vector



May, 2004 Wind vector

June, 2004 Wind vector July,

2004 Wind vector

August, 2004 Wind vector

September, 2004 Wind vector

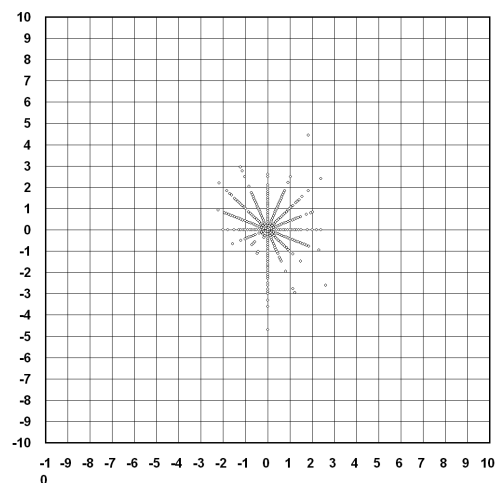
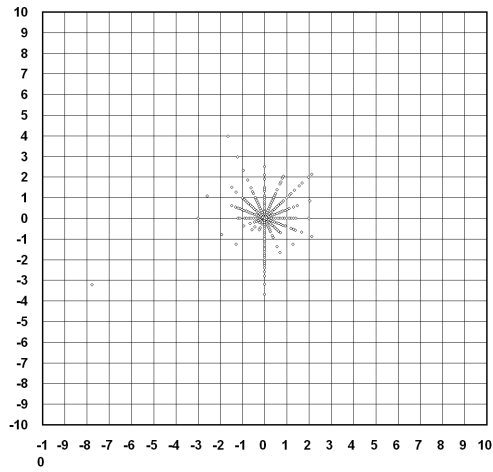
October, 2004 Wind vector

November, 2004 Wind vector

December, 2004 Wind vector

January, 2005 Wind vector

February, 2005 Wind vector



放飼場における植生調査

芝野博文・蒲谷肇・渡部賢

1. はじめに

ニホンザルを自然の山林に放飼して森林の生態系にどのようなインパクトを与える可能性があるのか探ることを目的として本調査が実施された。実際にニホンザルが放飼されたのは、この調査が終了してから後の時点であり、直接にこの調査目標に回答を与えることはできない。調査対象地を5箇所用意して、自然の状態を保つプロットや今後ニホンザルが放飼されるプロット、過去にカニクイザルが放飼されかなりのインパクトを受けたプロットなどを用意して調査時（平成15年前半）の植生の分布状態を比較することによって、カニクイザルのインパクトと思われる部分を分析してみることができる。ニホンザルの影響は自然の山林における森林植生に対してどのように現れるかという視点を意識してこの調査結果を読むことができるかもしれない。また、今後、追跡調査を予定しており、年月の経過とともに森林植生がどのようなインパクトを受けるかは本報告の記述と比較することによって自ずと明らかになることであろう。

さて、本報告では、1) インパクトを受けない放飼場敷地の森林植生がどのような構造になっておりどのような種構成を有しているのかという点、2) カニクイザルを過去において長期間放飼した場所では、森林植生が他の調査プロットと比較してどのような状態になっているのかという点、3) 今後の継続調査にあたって対照区として用意した調査地が放飼場予定地の植生とどの程度類似性をもっているのかという点、4) 放飼場予定地が仮になんらかのインパクトを受けない場合に現在の森林生態系が植生遷移のプロセスにおいてどのような段階にあるのかという点などを明らかにしてみたい。

1. 植生調査プロットと調査項目及び方法

調査対象地の位置を図-1に示す。第五放飼場はサルの放飼によるインパクトを受けていない場所でアベマキやコナラが優占しかなりの高木となっ

ており樹種構成も多様性に富んでいるような林分である。平成 15 年度に放飼場として建設が始まり平成 16 年当初からニホンザルの導入が実施された場所である。ここに辺長 80m の正方形の植生調査プロットを設け、「第五放飼場」として本調査で記述している。第四放飼場はこれまで長年にわたって日本モンキーセンターによってカニクイザルの放飼が行われた場所であり林分構造がほとんどヒサカキから構成され樹高も 2-3m 程度に留まり密生した林冠を構成し、一見して大きなインパクトを受けた状況を見てとれた。ライン状に幅 10m 長さ 40m の「第四放飼場（下・西）」と幅 10m 長さ 80m の「第四放飼場（上・東）」の二つのプロットを設けた。また、第五放飼場と第四放飼場の間にサルの放飼によるインパクトに関して過去にも影響がなく今後も影響を受けていない場所として利用でき、第五放飼場と林相がほとんど同じである場所が見出されたので「対照区」として調査を実施した。さらに、東京大学愛知演習林一林班（犬山市田口）に第五放飼場と同規模の調査プロットを設けた。ここは、50 年前には、荒廃の著しい場所であったが、現在森林が回復しておりコナラが優占する若い林分であるため、京都大学官林キャンパス付近の植生との比較のために「演習林一林班」として調査対象地とした。



図-1 調査対象地の位置図

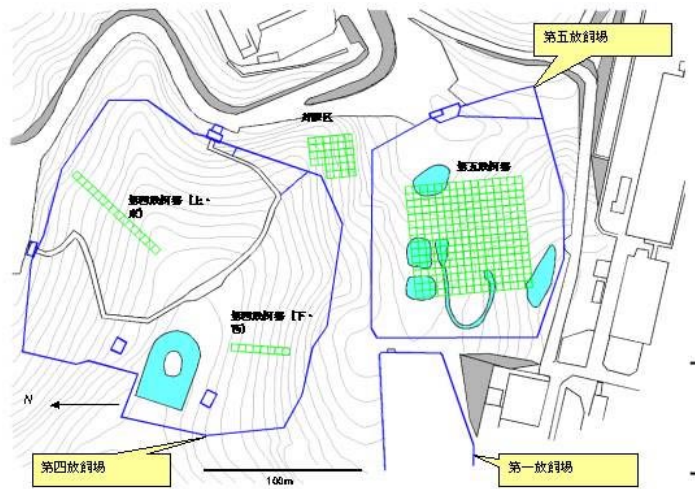
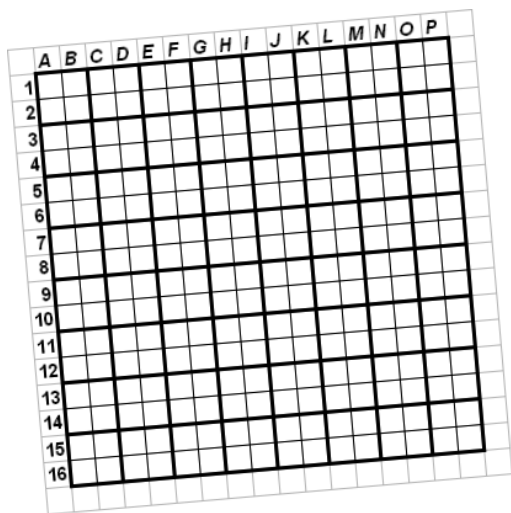
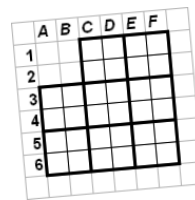


図-2 京都大学官林キャンパスの放飼場配置図

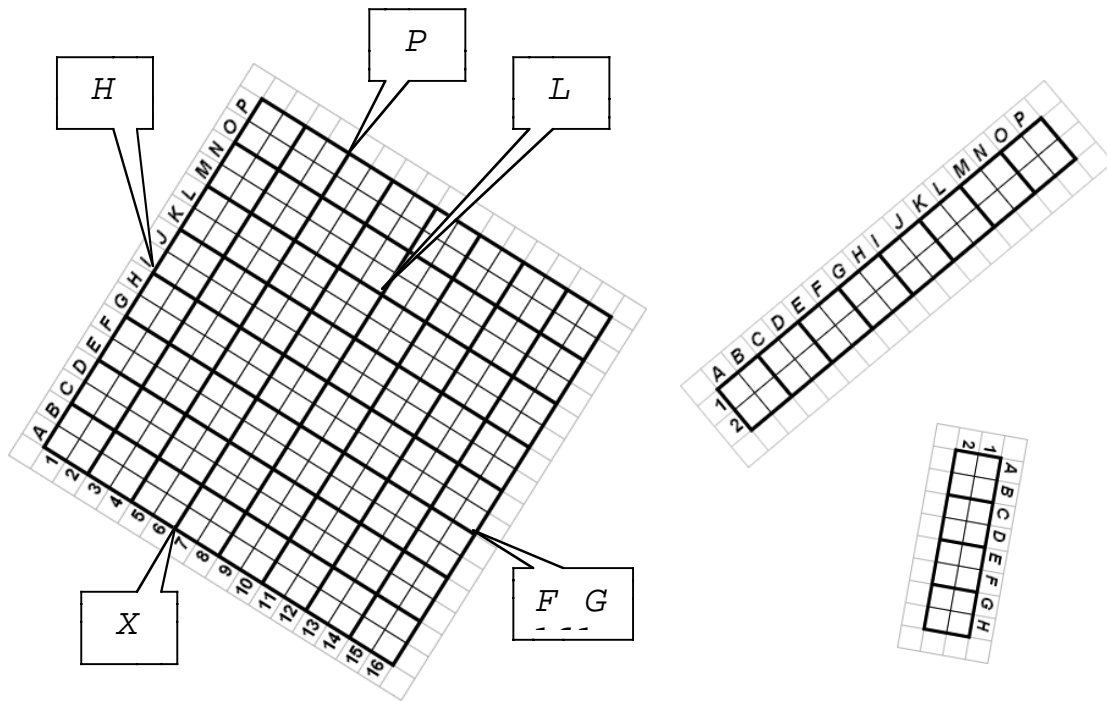


第五放飼場調査



对照区調査プロット





演習林一林班
ト

第四放飼場調査プロット

図-3 調査プロットの形状と方位

注：図は上が真北であり、調査区は、一辺 5m の正方形を単位として構成される。また、図の黒枠の四隅に調査杭としてプラスチックパイルが打ち込まれている。

図-2 に京都大学官林キャンパスの放飼場の形状と植生調査プロットの配置を示した。第五放飼場は南向き斜面でありほぼ単一斜面で沢地形をもたない。第四放飼場は西に向かう沢地形を挟んで広がる凹地を形成しており、第四放飼場（下・西）プロットは北向き斜面であり、第四放飼場（上・東）プロットは、南向き斜面となっている。また、対照区は、北向き斜面である。演習林一林班は、南東に向かう緩く浅い沢地形をまたいで設置されており、プロットの中心を北西から南東に向かう沢地形が通過している。通常は、地表流が流れていない。

調査区の最小単位は、一辺 5m の正方形である。プラスチックパイルは、図-3 に例示したとおり、黒い太線の交点（一辺 10m の正方形）に打ち

込まれてあって、パイルの頭には、マジックインクで座標が書き込まれている。細い黒線は、打ち込まれたパイルをもとに調査時にラインを張ることによって調査時のみ形成される線である。

調査は、それぞれのプロットにおいて測量・杭打ち・植生調査の順に実施された。平成 15 年 4 月から 5 月にかけて第五放飼場、6 月後半から 7 月にかけて第四放飼場・対照区の調査が実施され、8 月から 9 月にかけて演習林一林班の調査が実施された。調査対象とする樹木は、地上 1.3m 位置でどのように細くとも幹があるものを対象として直径テープあるいはノキズで地上 1.3m 位置の幹の直径を計測した。記録をみると 5mm 以上の直径のものを計測したことになる。通常の植生調査では、周囲長 20cm（あるいは、直径 5cm）以上の樹木の調査に留めるが、インパクトを追跡する意味でより詳細な調査を実施した。直径を記載した樹木はその根元位置を野帳に記した。同一の株であっても高さ 1.3m に幹が現れるものは一本として計測している。特に、第四放飼場においてヒサカキがこのような形で現れた。

これにもれたものは、すべて林床植生として本数を記載した。林床植生は辺長 5m のプロット別に種別の出現本数を記録している。ツタとキツタやアオキなど匍匐して林床を広く覆う種は出現したかどうかのみを記載した。調査時期が第五放飼場で 4 月 5 月、第四放飼場と対照区で 6 月 7 月、演習林一林班で 8 月 9 月とずれこんだことで林床植生の把握にかなりの偏りが出現した可能性がある。また、特に第四放飼場の林床植生で双葉の状態で種の同定が難しかったものが多数出現した。これは、不明として個体数のみ記録している。

1. 植生調査の結果と若干の考察

調査プロット間の比較を行う上で、問題となる点は、それぞれの面積が異なることである。第五放飼場と演習林一林班が 6400m² であり、第四放飼場（上・東）と対照区が 800m²、第四放飼（下・西）が 400m² となっており、種の多様性は、調査面積の規模に支配されるため、ここでは触れることができない。

さて、林分構造の特性の一つとして、図-4 に調査プロット別のヘクターあたりの胸高断面積合計を表示した。これは、単位面積あたりの葉量と

一次の関係にあるとされる量である。意外にも、長年にわたってカイクイザルのインパクトを受けて林冠が 2-3m 程度に押さえ込まれた第四放飼場は、ヘクターあたりの胸高断面積合計において演習林一林班よりも優れ、第五放飼場と同一レベルにあることが明らかになった。また、対照区は、偶々アベマキやコナラの大木が優占する場所にあたったためか $15\text{m}^2/\text{ha}$ に届く水準にある。第四放飼場の胸高断面積合計は、ヒサカキが大きな比率を占めておりサカキやアカマツ（本数としては少ないが断面積が大きい）によってほとんど構成されていることが理解できる。第四放飼場（上・東）においては、イヌツゲの出現と優占度の高さで注目される。一方、対照区と第五放飼場で特徴的な樹種は、アベマキとコナラであり、明るい第五放飼場では、ヒサカキの出現もこれに並ぶ水準にある。さらに演習林一林班では、アベマキの出現を全く見ることができず、ヒサカキとコナラが優占する林分ということができる。

また、ヘクターあたりの本数密度で調査区間の比較を行ったものが図-5 である。通常、ヘクターあたりの胸高断面積が小さいところは概ね高木層が貧弱であり、本数密度が大きくなると予測される。第四放飼場は演習林一林班と比較して本数密度も胸高断面積も大きくなっており、第四放飼場が林床に光が届きにくい環境が理解できる。対照区は、本数密度において最も小さく、第五放飼場は演習林一林班と対照区との中間的な段階にある。また、いずれもヒサカキが出現個体数の大半を占めており、第四放飼場や演習林一林班では、70%以上を上る。第四放飼場（上・東）では、イヌツゲが第四放飼場（下・西）では、サカキ・ネジキがヒサカキについて多く出現する。サカキは対照区や第五放飼場でもヒサカキについて多く出現するものの、演習林一林班では、サカキは少ない。

図 6-1 から図 6-5 までは、胸高断面積が調査区毎に空間的にどのように分布しているかを示した。第五放飼場においてアベマキやコナラの大木が分布しているプロットがある一方で、高木によって光が届かず樹木が粗なプロットがあることが理解できる。演習林一林班は、コナラのみが高木層を構成しており、同様に樹木が粗なプロットがある。第四放飼場は胸高断面積が際立って大きなプロットはなく平均して小さい。ただし、尾根に近い部分として、第四放飼場（上・東）で J,K,L,M,N,O,P、第四放飼場（下・西）の F,G,H で胸高断面積が小さい。

図 7-1 から図 7-5 までに林床植生の個体数密度の空間分布を表現した。林床が明るければ林床植生が繁茂するが、演習林一林班においてこれが極めて特徴的に見られる。図 7-2 に示した第五放飼場の林床植生の分布状況を見ると、図の右側（即ち東側）において林床植生の密度が高い領域が存在することが指摘できるが、図 6-2 の胸高断面積の空間分布状況とちょうど補完的な関係にあるとあってよいであろう。対照区の林床植生が少ないことは、上層木の繁茂と補完関係にあると解釈できるが、第四放飼場の（下・西）と（上・東）は、ほとんど林床植生が貧弱とあってよい状況であり、特にヒサカキが密集する第四放飼場（下・西）において際立っているといえる。

図-8.1 から図-8.5 までは、直径階別樹種別の個体数出現頻度によって林分構成状況を示した。それぞれに共通してヒサカキの個体数の多さを確認できるが、とりわけ第四放飼場におけるヒサカキの圧倒的な優占度の高さを指摘できる。表-1 に記述した主林木の胸高断面積の降順による樹種出現順位をみると、演習林一林班では、高木層がコナラと少数のアカマツ・アオハダに限られるが、第五放飼場では、コナラ、アベマキについてアカマツ、アラカシ、ヤマザクラなどが高木層として出現し、その他低木層としてサカキやカナメモチを見ることができる。対照区は、面積が小さいことも原因となっているが、コナラとアベマキについてアカマツが高木層を形成しており、その他の低木層としてサカキ・ソヨゴ・カナメモチ・リョウブをあげることができる。

表-2 を見ると個体数の出現頻度として、第五放飼場・第四放飼場・対照区ともカナメモチの出現を多数確認できるが、演習林一林班では、極めて少ないもののコバノガマズミやリョウブの多いことが特徴である。

林床植生として、演習林一林班では、コナラが他を圧倒するほど優占しているが、第五放飼場ではアラカシが、対照区ではアベマキが最も密度が高い。演習林一林班は母樹が多くいまだに光の条件が十分によく、コナラの更新を期待できる。一方、第五放飼場では林床が暗いため耐陰性の高いアラカシ（母樹が相対的にすくないものの）が更新していく確率が高いと予想できる。第四放飼場では、将来高木層として可能性がわずかばかりあると思われる樹種はコナラのみであるが、100m²あたり 2 本程度である。これは、演習林一林班においてコナラの実生が 100m²あたり 350 本程度も

あることを思えば比較の対象にあげることさえできないレベルにある。また、第五放飼場や対照区で見られるアラカシやシラカシあるいはアベマキの実生が極めて希か全くない状態である点が興味深い。

第四放飼場の林床植生の特徴として、調査地の面積が大きく種の多様性に富む第五放飼場にはない種が侵入していることをあげることができる。第四放飼場（上・東）においてゴズイ、イノコヅチ・ベニバナボカギク・カラスザンショウ・ヨウシュヤマゴボウ・オオアレチノギク・イヌハウズキ・ヒヨドリジョウゴ・オオアキノキリンソウ・オオバコ、第四放飼場（下・西）においてハリガネワラビ・イノモトソウ・イノコヅチなどである。第四放飼場は土壌表層が露出している割合が高く、上層木として樹高の低いヒサカキが密生した林冠を形成しており、光の条件も十分でない点や長年カニクイザルの棲息で土壌の化学性に影響が及んでいると推察される点から、インパクトを受けていない山林の森林生態系との比較において非常に異なる条件が形成されていると推察される。

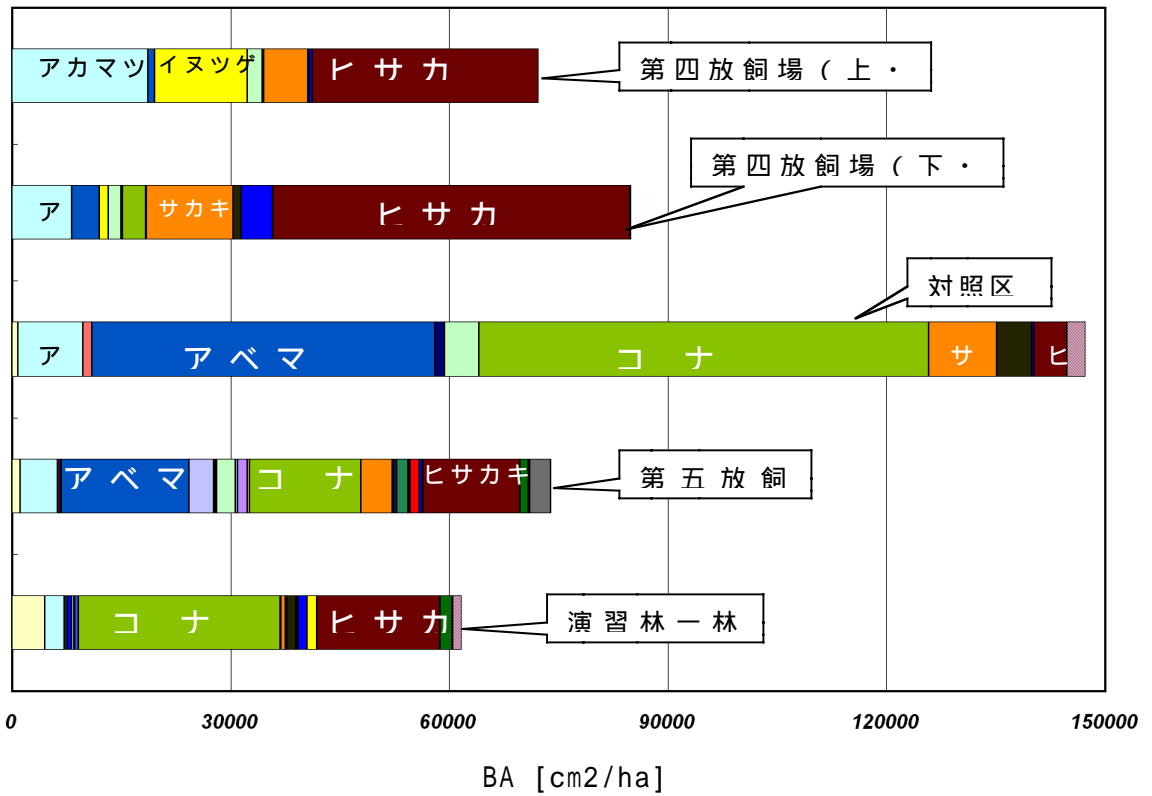
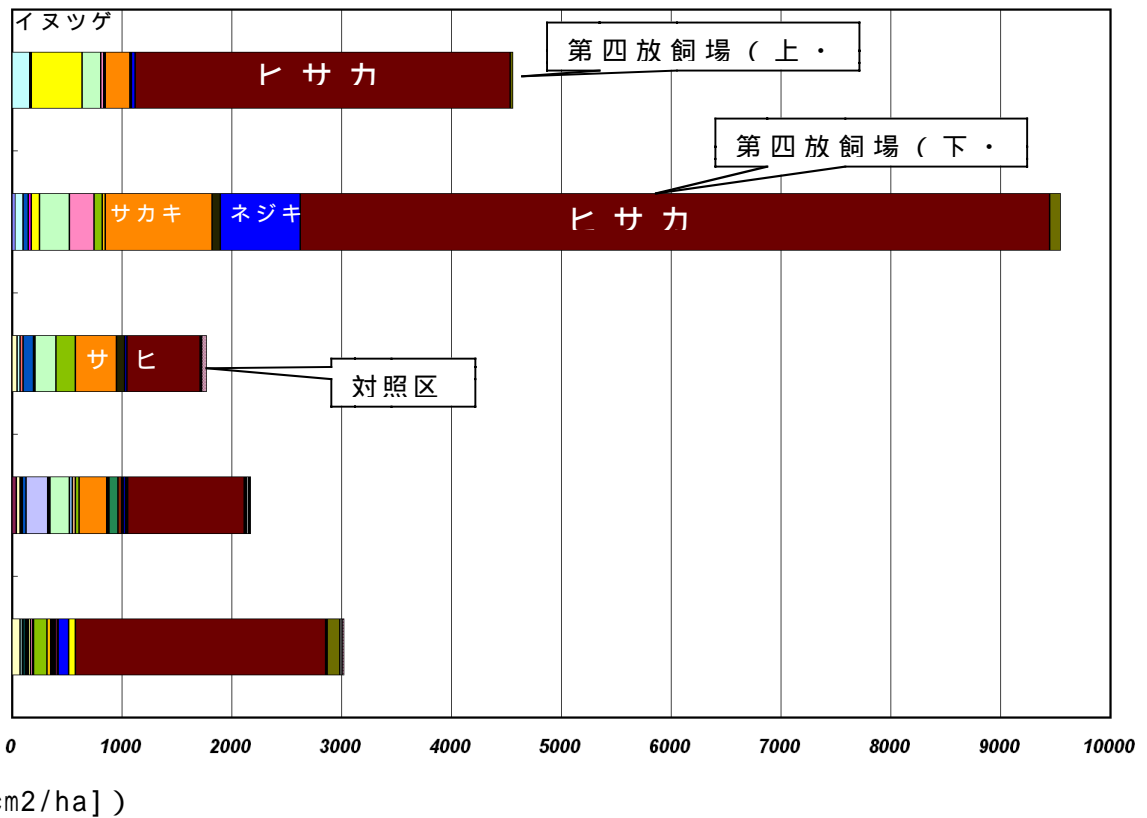


図-4 放飼場別の林分構造 (ヘクタールあたり胸高断面積合計 BA



r [number/ha]

図-5 放飼場別の林分構造 (ヘクタールあたり本数密度 r [number/ha])

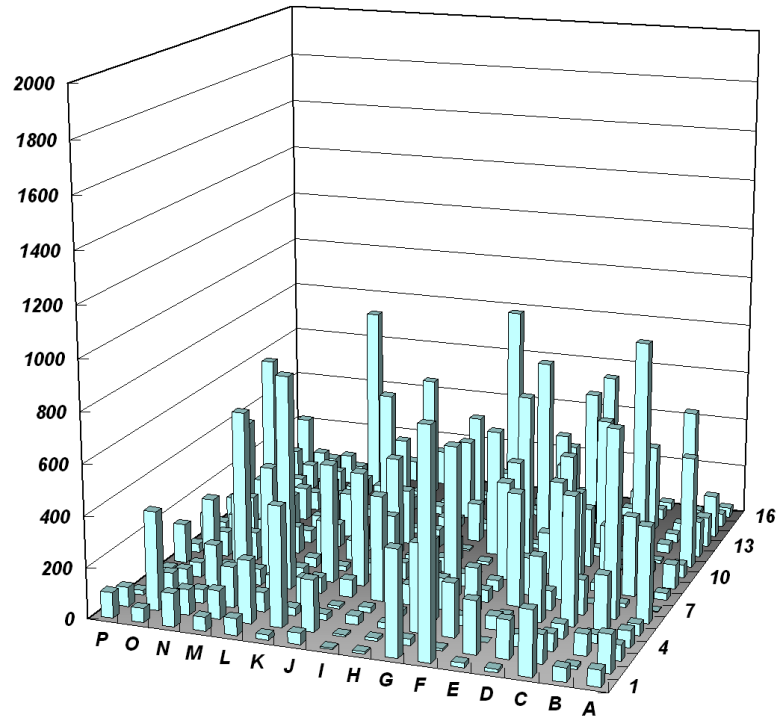


図-6.1 演習林一林班におけるプロット別胸高断面積合計の分布

注：縦軸はヘクタールあたりの胸高断面積合計 [cm²/ha]

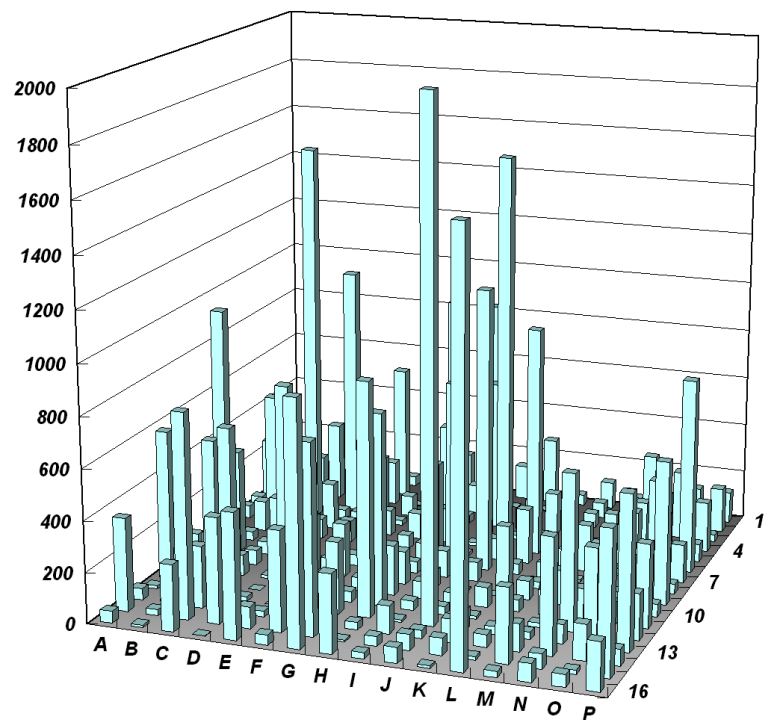


図-6.2 第五放飼場におけるプロット別胸高断面積合計の分布

注：縦軸はヘクタールあたりの胸高断面積合計 [cm²/ha]

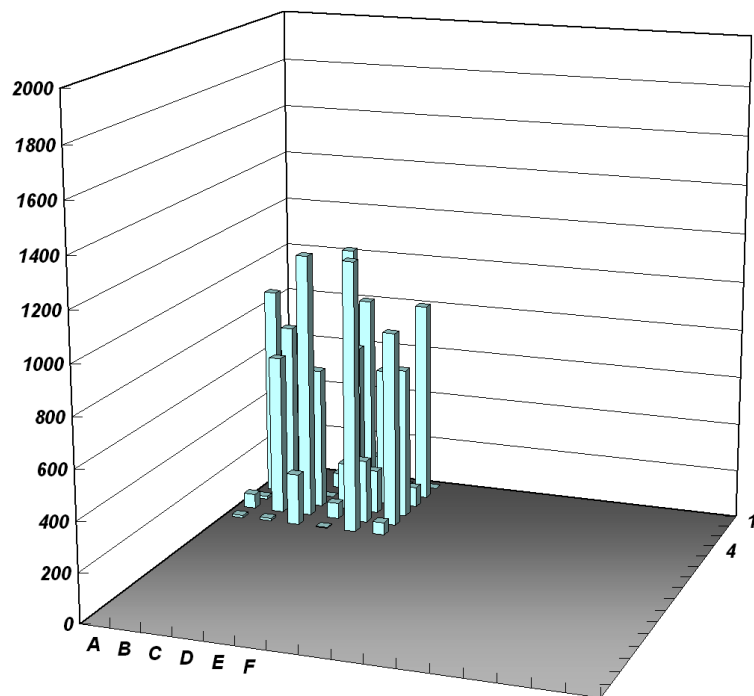


図-6.3 対照区におけるプロット別胸高断面積合計の分布

注：縦軸はヘクタールあたりの胸高断面積合計 [cm²/ha]

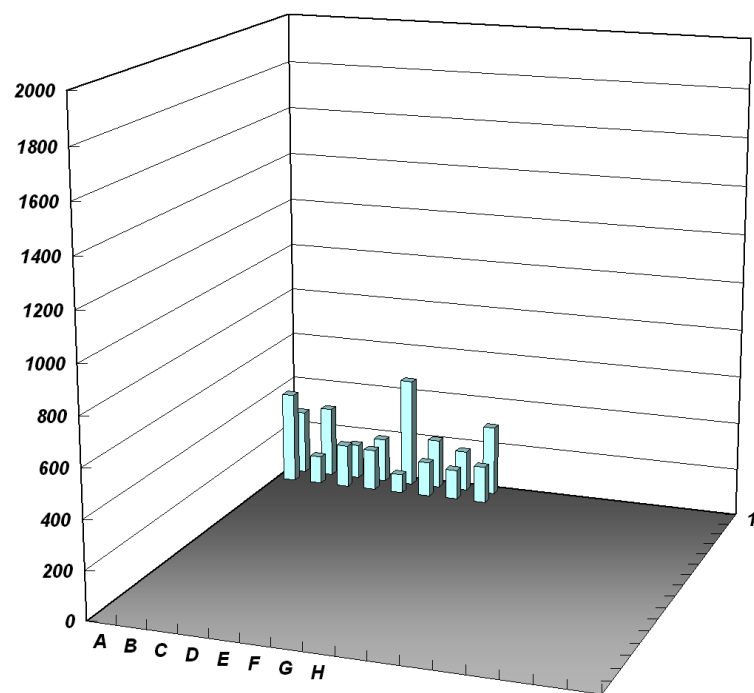


図-6.4 第四放飼場（下・西）におけるプロット別胸高断面積合計の分布
 注：縦軸はヘクタールあたりの胸高断面積合計 [cm²/ha]

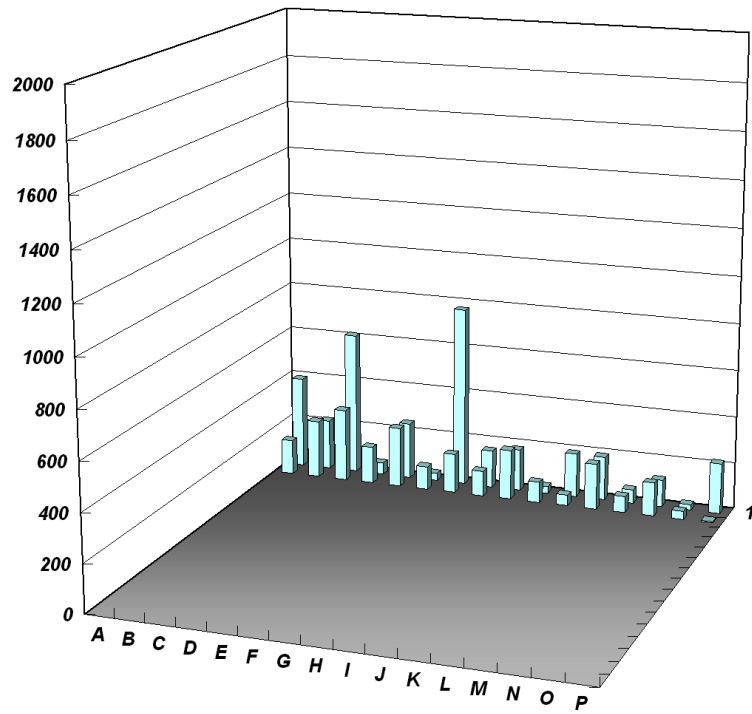


図-6.4 第四放飼場（上・東）におけるプロット別胸高断面積合計の分布
 注：縦軸はヘクタールあたりの胸高断面積合計 [cm²/ha]

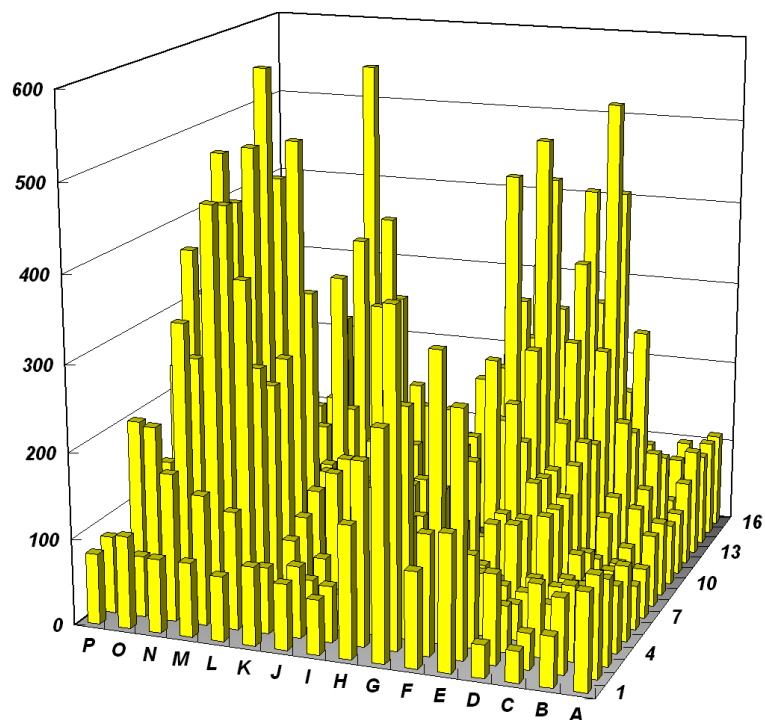


図-7.1 演習林一林班におけるプロット別林床植生の分布

注：縦軸は樹高 1.5m 以上の樹木のヘクタールあたり本数密度 [cm²/ha]

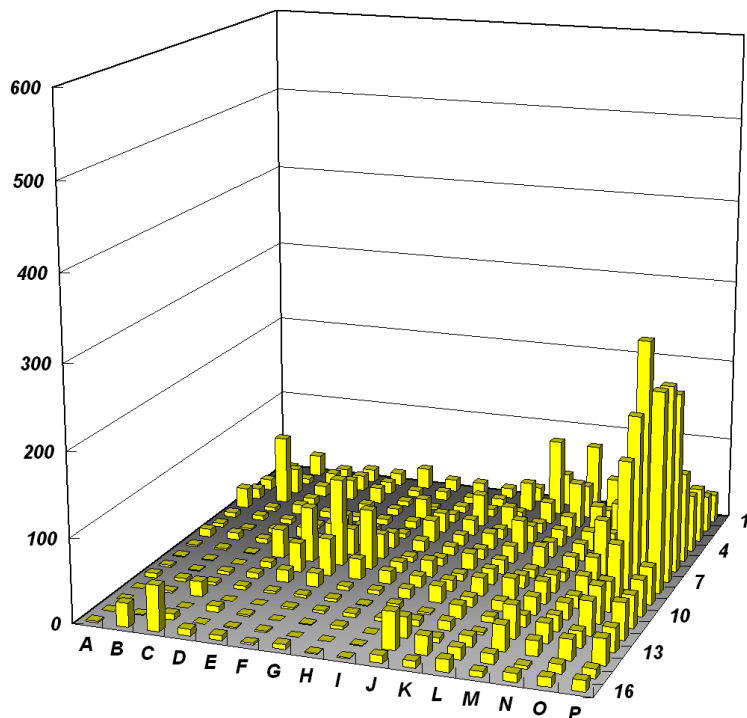


図-7.2 第五放飼場におけるプロット別林床植生の分布

注：縦軸は樹高 1.5m 以上の樹木のヘクタールあたり本数密度 [cm²/ha]

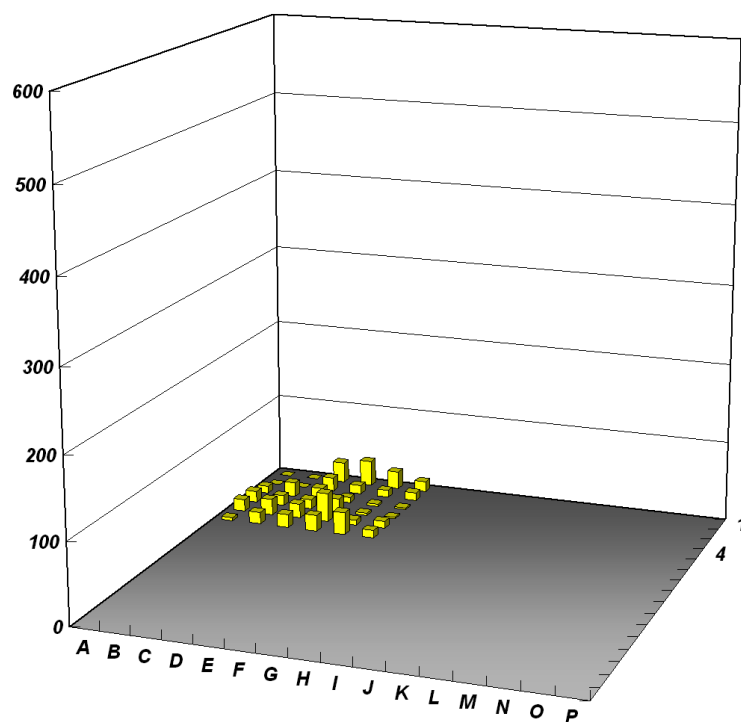


図-7.3 対照区におけるプロット別林床植生の分布

注：縦軸は樹高 1.5m 以上の樹木のヘクタールあたり本数密度 [cm²/ha]

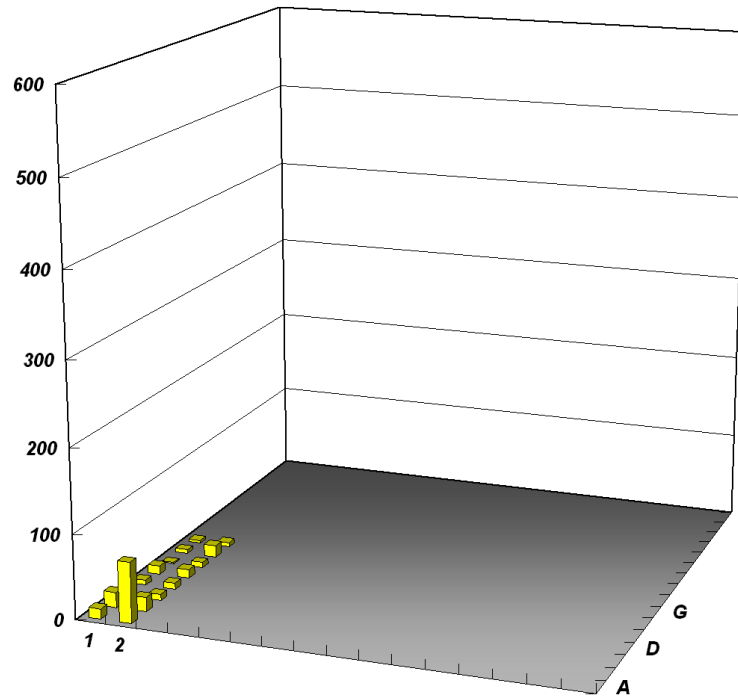


図-7.4 第四放飼場（下・西）におけるプロット別林床植生の分布
 注：縦軸は樹高 1.5m 以上の樹木のヘクタールあたり本数密度 [cm²/ha]

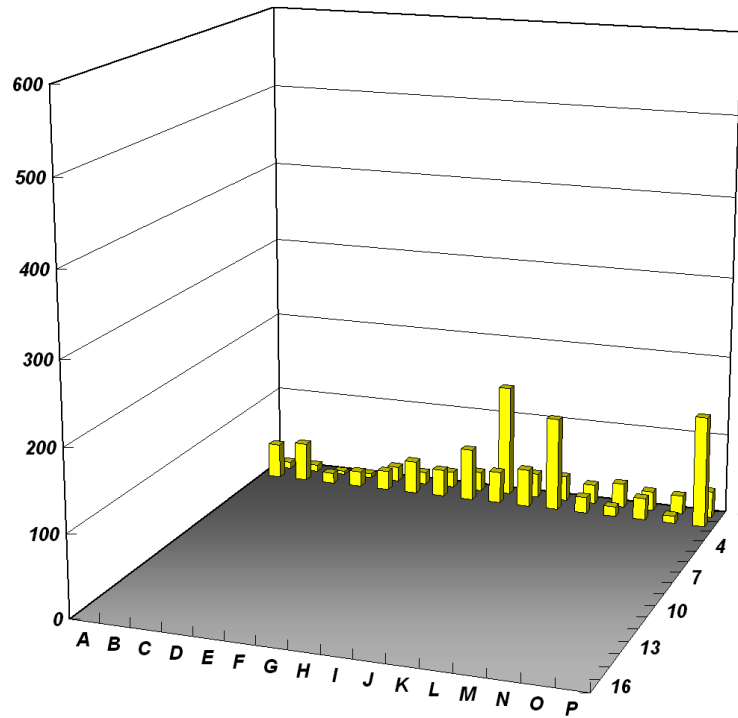


図-7.5 第四放飼場（上・東）におけるプロット別林床植生の分布
 注：縦軸は樹高 1.5m 以上の樹木のヘクタールあたり本数密度 [cm²/ha]

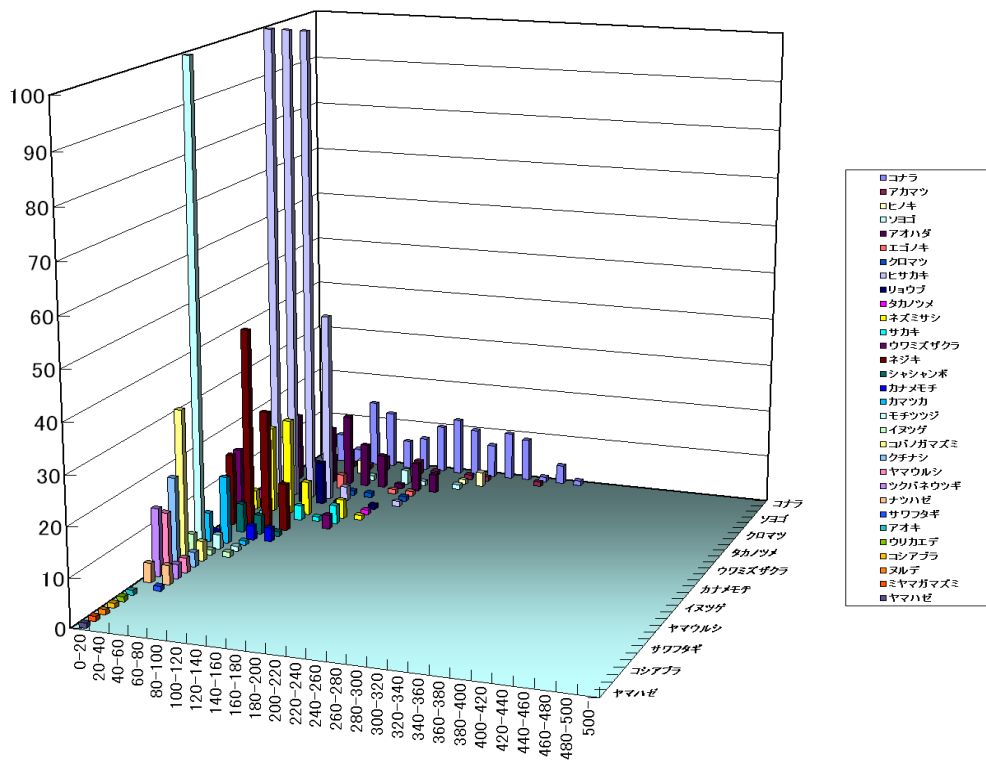
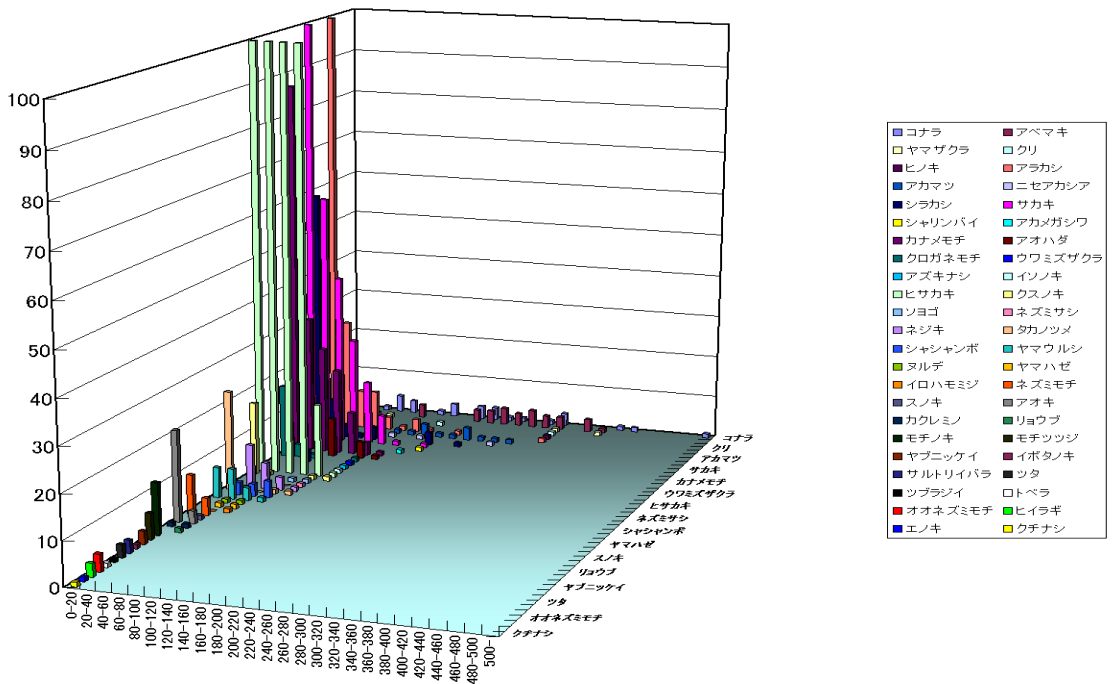


図-8.1 演習林一林班における樹種別直径階別分布状況

注：縦軸はヘクターあたり本数（100本以上は頭打ち表示がなされてい



る)

図-8.2 第五放飼場における樹種別直径階別分布状況

注：縦軸はヘクターあたり本数（100本以上は頭打ち表示がなされている）

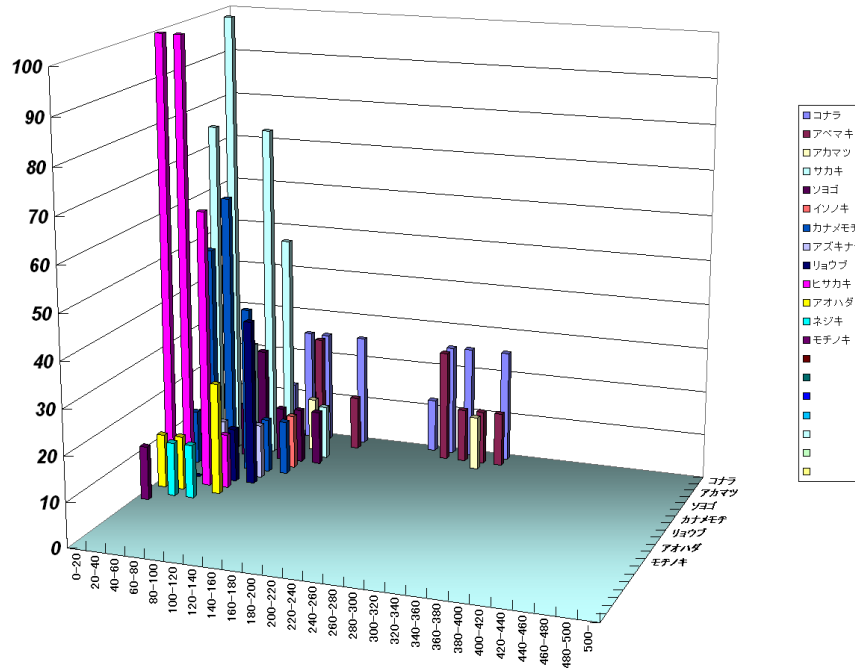
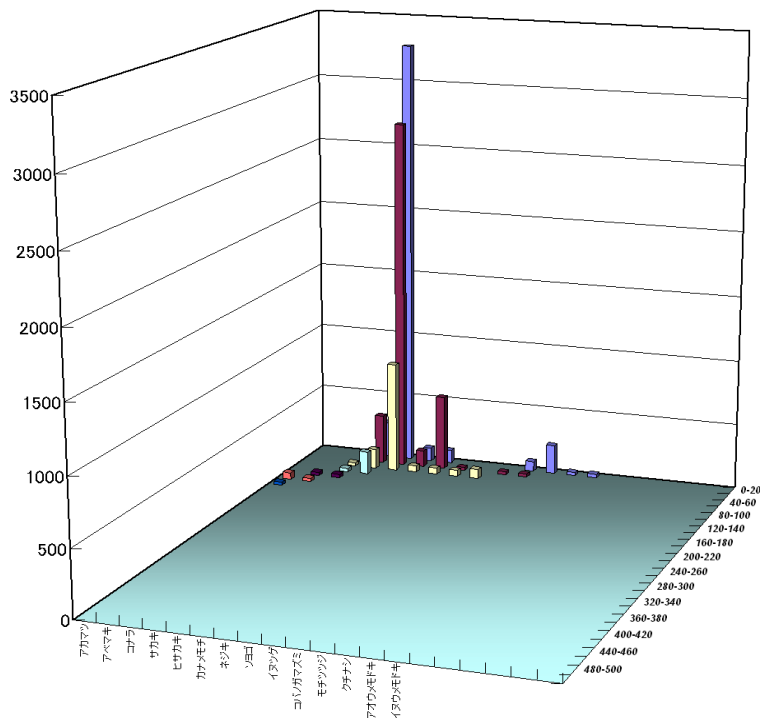


図-8.3 対照区における樹種別直径階別分布状況

注：縦軸はヘクターあたり本数（100本以上は頭打ち表示がなされている）



る)

図-8.4 第四放飼場(下・西)における樹種別直径階別分布状況

注:縦軸はヘクタールあたり本数(図8-1から図8-3と異なり、縦軸は3500本上限)

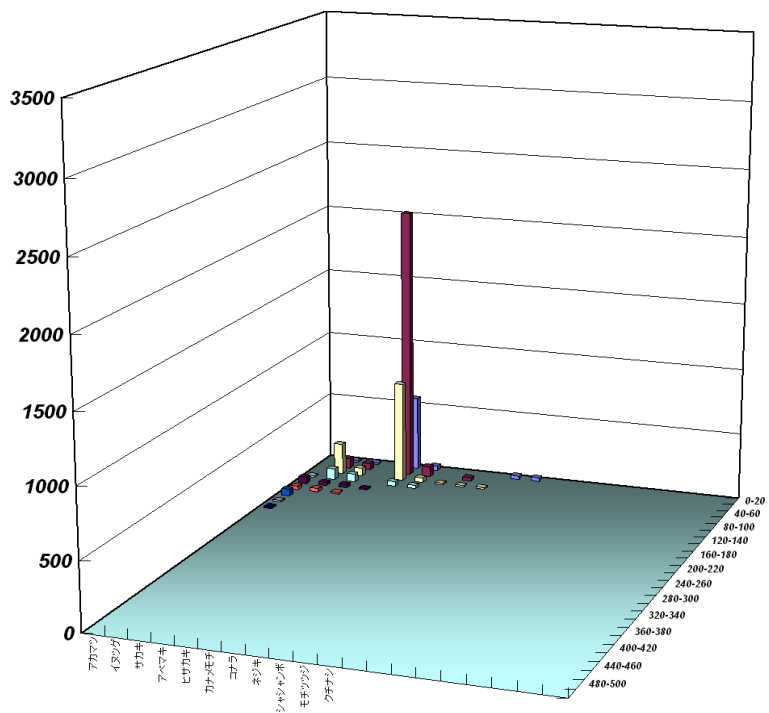


図-8.4 第四放飼場(下・西)における樹種別直径階別分布状況

注:縦軸はヘクタールあたり本数(図8-1から図8-3と異なり、縦軸は3500本上限)

表-1 調査プロット別主林木の樹種構成（胸高断面積合計 BA[m²]による樹種別降順）

注：調査プロット別に面積が異なることに注意

1 林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場（下西）		第四放飼場（上東）	
面積：6400m ²		面積：6400m ²		面積：800m ²		面積：800m ²		面積：400m ²	
樹種	BA	樹種	BA	樹種	BA	樹種	BA	樹種	BA
コナラ	17716.25	アベマキ	11210.43	コナラ	4936.40	ヒサカキ	1961.30	ヒサカキ	2485.09
ヒサカキ	10804.33	コナラ	9794.68	アベマキ	3764.65	サカキ	475.45	アカマツ	1492.92
アオハダ	2868.60	ヒサカキ	8497.60	サカキ	743.66	アカマツ	325.03	イヌツゲ	1018.13
アカマツ	1729.25	アカマツ	3264.06	アカマツ	714.27	ネジキ	169.08	サカキ	484.43
ヒノキ	1023.50	サカキ	2737.22	ソヨゴ	383.81	アベマキ	150.92	カナメモチ	160.61
ネズミサシ	896.82	アラカシ	2171.15	カナメモチ	379.95	コナラ	125.12	アベマキ	72.38
ネジキ	776.97	ヤマザクラ	1875.63	ヒサカキ	359.91	カナメモチ	68.71	ネジキ	34.12
ソヨゴ	775.26	カナメモチ	1667.82	リョウブ	205.25	イヌツゲ	48.04	シャシャンボ	17.35
リョウブ	759.77	シラカシ	1016.87	イソノキ	111.22	ソヨゴ	46.53	コナラ	15.21
エゴノキ	445.96	クリ	912.77	アズキナシ	91.33	クチナシ	11.45	クチナシ	2.67

サカキ	438.69	ニセア カシア	732.77	アオ ハダ	68.87	モチツ ツジ	8.45	モチ ツツ ジ	1.63
クロマ ツ	363.33	ヒノキ	730.62	ネジ キ	25.70	コバノ ガマズ ミ	4.15		
ウワミ ズザク ラ	187.95	アオハ ダ	711.58	モチ ノキ	0.38	イヌウ メモド キ	2.84		
カナメ モチ	143.43	ネジキ	260.38			アオウ メモド キ	2.01		
タカノ ツメ	133.30	アカメ ガシワ	244.46						
シャシ チャンボ	116.98	シャリ ンバイ	235.09						
モチツ ツジ	94.24	シャシ チャンボ	171.81						
カマツ カ	66.23	クスノ キ	159.66						
イヌツ ゲ	39.10	クロガ ネモチ	135.50						
コバノ ガマズ ミ	30.18	ウワミ ズザク ラ	121.52						
ツクバ ネウツ ギ	25.72	ソヨゴ	104.07						
ヤマウ ルシ	22.29	ヤマウ ルシ	96.49						
ナツハ	19.85	タカノ	94.13						

ゼ		ツメ							
クチナ シ	15.64	アズキ ナシ	91.61						
サワフ タギ	6.16	イソノ キ	86.59						
ウリカ エデ	2.54	ネズミ サシ	55.42						
コシア ブラ	1.33	ヌルデ	34.60						
ヌルデ	0.50	ヤマハ ゼ	31.42						
ヤマハ ゼ	0.50	アオキ	24.98						
アオキ	0.38	イロハ モミジ	24.63						
1 林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場（下 西）		第四放飼場（上 東）	
ミヤマ ガマス ミ	0.03	ネズミ モチ	24.43						
		カクレ ミノ	6.94						
		モチノ キ	5.58						
		スノキ	5.31						
		モチツ ツジ	4.77						
		リョウ ブ	3.14						
		ヤブニ ツケイ	2.21						

		ツタ	1.83						
		イボタ ノキ	1.77						
		トベラ	0.95						
		オオネ ズミモ チ	0.92						
		サルト リイバ ラ	0.83						
		エノキ	0.50						
		ツブラ ジイ	0.28						
		クチナ シ	0.13						
		ヒイラ ギ	0.10						

表-2 調査プロット別主林木樹種構成（樹高 1.5m 以上の樹木の出現本数、降順）

注：面積が異なることに注意

一林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場（下・西）		第四放飼場（上・東）	
面積：6400m ²		面積：6400m ²		面積：800m ²		面積：800m ²		面積：400m ²	
樹種	本数	樹種	本数	樹種	本数	樹種	本数	樹種	本数
ヒサカキ	1461	ヒサカキ	681	ヒサカキ	53	ヒサカキ	273	ヒサカキ	273
モチツツジ	78	サカキ	164	サカキ	30	サカキ	39	イヌツゲ	37
コナラ	78	アラカシ	128	カナメモチ	15	ネジキ	29	サカキ	18
ネジキ	60	カナメモチ	116	コナラ	14	カナメモチ	11	カナメモチ	14
アオハダ	49	シラカシ	52	アベマキ	8	クチナシ	9	アカマツ	13
ネズミサシ	37	アオキ	24	ソヨゴ	6	モチツツジ	4	ネジキ	3
コバノガマズミ	23	コナラ	22	リョウブ	4	アカマツ	3	モチツツジ	2
リョウブ	14	アオハダ	22	アオハダ	4	コナラ	3	クチナシ	2
クチナシ	14	アベマキ	21	アカマツ	2	ソヨゴ	3	アベマキ	1
カマツカ	14	タカノツメ	18	アズキナシ	2	イヌツゲ	3	コナラ	1
ウワミズザクラ	13	クロガネモチ	15	ネジキ	2	アベマキ	2	シャシャンボ	1
ツクバネウツギ	11	クスノキ	14	イソノキ	1	コバノガマズミ	1		
ヤマウルシ	10	ネジキ	14	モチノキ	1	アオウメモドキ	1		

エゴノキ	10	ヤマウル シ	13			イヌウメモ ドキ	1		
アカマツ	10	アカマツ	11						
シャシャン ボ	9	ネズミモ チ	9						
サカキ	8	モチノキ	8						
ナツハゼ	6	ヤマザク ラ	7						
ヒノキ	5	シャシャ ンボ	7						
ソヨゴ	5	モチツツ ジ	4						
カナメモチ	5	ニセアカ シア	3						
イヌツゲ	5	アカメガ シワ	3						
タカノツメ	3	ウワミズ ザクラ	3						
クロマツ	3	オオネズ ミモチ	3						
ヤマハゼ	1	クリ	2						
ミヤマガマ ズミ	1	シャリン バイ	2						
ヌルデ	1	ソヨゴ	2						
サワフタギ	1	ヌルデ	2						
コシアブラ	1	ヤマハゼ	2						
ウリカエデ	1	カクレミ ノ	2						
一林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場（下・ 西）		第四放飼場（上・ 東）	
アオキ	1	ヤブニツ	2						

		ケイ							
		サルトリ イバラ	2						
		ツタ	2						
		ヒイラギ	2						
		ヒノキ	1						
		アズキナ シ	1						
		イソノキ	1						
		ネズミサ シ	1						
		イロハモ ミジ	1						
		スノキ	1						
		リョウブ	1						
		ツブラジ イ	1						
		トベラ	1						
		エノキ	1						
		イボタノ キ	1						

表-3 調査プロット別林床植生（樹種別出現数 降順、面積が異なることに注意）

一林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場 上・東		第四放飼場 下・西	
面積：6400m ²		面積：6400m ²		面積：800m ²		面積：800m ²		面積：400m ²	
種名	頻度	種名	頻度	種名	頻度	種名	頻度	種名	頻度
コナラ	23 14 5	アラカシ	23 63	アベマキ	15 1	ヒサカキ	21 0	シシガシラ	18
コシダ	41 34	ジャノヒゲ	61 6	ヤブコウジ	65	ヤマノイモ	37	イヌツゲ	16
サルトリイバラ	14 13	アオキ	34 4	アラカシ	20	シャシャンボ	16	ベニシダ	10
ヤマウルシ	12 24	シラカシ	26 2	シラカシ	18	ゴンズイ	15	ヤマノイモ	4
ヤマハゼ	71 9	カナメモチ	25 4	ヒサカキ	15	イノコヅチ	10	コナラ	4
ヒサカキ	68 3	ベニシダ	23 9	カナメモチ	15	エノキ	9	カナメモチ	4
ベニシダ	46 8	ヤマウルシ	14 2	コナラ	14	ベニバナボカギク	8	ヤブコウジ	3
ソヨゴ	45 6	ヒサカキ	13 7	サルトリイバラ	14	コナラ	8	モチツツジ	3
ヘクソガズラ	45 5	タカノツメ	10 8	ヤマウルシ	13	ヘクソカズラ	7	ヘクソカズラ	3
アオハダ	45 4	サカキ	10 6	サカキ	12	ベニシダ	6	ヒサカキ	2
リョウブ	44	コナラ	10	ヤブニ	11	カラスザ	6	ハリガ	1

	5		4	ツケイ		ンショウ		ネワラ ビ	
エノキ	39 9	ヤブコ ウジ	97	ヤマノ イモ	10	ヨウシュ ヤマゴボ ウ	5	スミレ	1
ヤブコウ ジ	30 7	ヤブツ バキ	84	ジャノ ヒゲ	10	クスノキ	5	サルトリ イバラ	1
イヌツゲ	26 2	クロガ ネモチ	80	アオキ	9	オオアレ チノギク	5	ウワミ ズザク ラ	1
カナメモ チ	25 1	キツタ	72	ヘクソ カズラ	7	ノブドウ	4	イノモ トソウ	1
イソノキ	21 2	ソヨゴ	69	ウワミ ズザク ラ	5	タラ	4	イノコ ツチ	1
タカノツ メ	19 0	クスノ キ	68	キツタ	3	ヤマウル シ	3	アマチ ャヅル	1
ヤモノイ モ	18 5	マンリ ヨウ	64	ヤマハ ゼ	3	ハギ	3	不明	13 4
マンリヨ ウ	16 2	クチナ シ	58	ツルア リドオ シ	3	サルトリ イバラ	3		
シシガシ ラ	15 4	サルトリ イバラ	57	イヌツ ゲ	2	モチツツ ジ	2		
チチミザ サ	15 0	ミツバ アケビ	55	ヤマツ ツジ	2	ソヨゴ	2		
ノブドウ	13 1	アカメ ガシワ	53	ミツバ アケビ	2	ガンピ	2		
ミツバア ケビ	11 4	イヌツ ゲ	51	マンリ ヨウ	2	イヌホウ ツキ	2		
ウワミズ ザクラ	11 1	ミツバ アケビ	48	ツタ	2	イヌツゲ	2		
コバノガ マツミ	10 2	ツタ	48	シュロ	2	アベマキ	2		

ツタ	95	シヤシ ャンボ	45	シシガ シラ	2	ミツバア ケビ	1		
クチナシ	93	イチヤ クソウ	43	コシダ	1	ヒヨドウ ジョウゴ	1		
ヒノキ	79	アベマ キ	34	カキノ キ	1	スゲ	1		
マキノス ミレ	62	ネズミ モチ	28	エゴノ キ	1	サカキ	1		
カマツカ	60	ヘクソ カズラ	24	ウラジ ロガシ	1	クチナシ	1		
ツルアリ ドオシ	58	ニセア カシア	21	リョウ ブ	1	オオバコ	1		
サカキ	57	コバノ ガマズ ミ	19	タカノ ツメ	1	オオアキ ノキリン ソウ	1		
アカメガ シワ	56	シュロ	18	アズキ ナシ	1	ウワミズ ザクラ	1		
ヒメカン アオイ	56	エゴノ キ	17	アオハ ダ	1	イソノキ	1		
一林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場 上・東		第四放飼場 下・西	
カキノキ	54	イボタ	17	不明	33	アマチャ ヅル	1		
ヤマツツ ジ	46	アオハ ダ	17			アカメガ シワ	1		
スノキ	46	ウスノ キ	15			不明	74 7		
ツクバネ ウツギ	44	ヤマツ ツジ	14						
ウメモド キ	44	ヤツデ	14						
アオツツ ラフジ	43	テイカ カズラ	12						

スミレ	40	シ ユ ン ラ ン	12					
アラカシ	36	ミ ド リ ヒ メ ワ ラ ビ	11					
スズカカ ンアオイ	36	フ ユ ノ ハ ナ ワ ラ ビ	11					
クリ	32	ビ ナ ン カズラ	11					
イシカグ マ	31	ス イ カ ズラ	11					
モチツツ ジ	30	ク サ イ チゴ	11					
シャシャ ンボ	27	シャ リ ンバイ	10					
ウリカエ デ	27	フ ユ イ チゴ	9					
キツタ	20	ヤ マ ノ イモ	8					
コシアブ ラ	19	モ チ ノ キ	8					
ウスノキ	19	ト ウ ゲ シバ	8					
ジャノヒ ゲ	15	ツ ル ゲ ミ	8					
テイカカ ズラ	15	チ チ ミ ザサ	8					
ガマズミ	13	タ ラ ノ キ	8					
シラカシ	12	イ タ ド リ	8					
イボタノ キ	11	ヤ ブ ニ ツケイ	7					

ミドリハ ナワラビ	11	マサキ	7					
オニドコ ロ	10	ガ マ ズ ミ	7					
シロダモ	10	ヒ イ ラ ギ	6					
ウラジロ	10	ア オ ツ ツ ラ フ ジ	6					
ササクサ	10	ヤ マ コ ウバシ	5					
アカマツ	8	モ チ ツ ツジ	5					
オオバト ンボソウ	8	ミ ツ バ アケビ	5					
アベマキ	7	ナ ン テ ン	5					
キジノオ シダ	7	ト ラ ノ オシダ	5					
ツルウメ モドキ	6	ツ ブ ラ ジイ	5					
サワフタ ギ	6	カ キ ノ キ	5					
フユイチ ゴ	5	オモト	5					
ヒイラギ	5	ノ ブ ド ウ	4					
タラノキ	5	ツ リ ア リ ド オ シ	4					
センリョ ウ	5	ツバキ	4					
一林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場 上・東		第四放飼場 下・西

ヌルデ	5	チ ャ ノ キ	4					
アオキ	4	サ ル マ メ	4					
ゴンズイ	4	サ サ ク サ	4					
トウゲシ バ	4	ウ ワ ミ ズ ザ ク ラ	4					
ヤマハギ	3	イ ン ツ ゲ	4					
ヤマザク ラ	3	リ ン ボ ク	3					
ミヤマガ マズミ	3	リ ョ ウ ブ	3					
サンカク ヅル	3	ヤ マ ハ ゼ	3					
ナツハゼ	3	モ ク レ ン	3					
ネジキ	3	ミ ヤ マ ガ マ ズ ミ	3					
マルバハ ギ	3	ミ ヤ コ イバラ	3					
ウラジロ ガシ	2	ヒノキ	3					
ズミ	2	グミ	3					
コバノミ ツバツツ ジ	2	オ オ ベ ニシダ	3					
ノキシノ ブ	2	ア ズ キ ナシ	3					
リンボク	1	ヤ マ ザ クラ	2					

ヤブニツケイ	1	ヤブソテツ	2					
メリケンカルカヤ	1	センリョウ	2					
ムクノキ	1	スノキ	2					
ミヤマウズラ	1	スゲ	2					
ヒヨドリジョウゴ	1	シダ	2					
ツルグミ	1	シシガシラ	2					
クロガネモチ	1	カクレミノ	2					
カクレミノ	1	アケビ	2					
イヌマキ	1	ヤマソテツ	1					
イヌガヤ	1	ムラサキシキブ	1					
アケビ	1	ムクノキ	1					
スダジイ	1	ミカン	1					
シロモジ	1	ネジキ	1					
イロハモミジ	1	ヌルデ	1					
ノイバラ	1	ニシキギ	1					
ハギ	1	トベラ	1					
不明	1	ツルウメモドキ	1					
		ツツラ	1					

		フジ						
		シラキ	1					
		ササ	1					
		サクラ	1					
一林班		第五放飼場		対照区		第四放飼場 上・東		第四放飼場 下・西
		サイハ イラン	1					
		サイゴ クベニ シダ	1					
		クリ	1					
		クマワ ラビ	1					
		キジノ オシダ	1					
		オオイ タチシ ダ	1					
		イヌマ キ	1					
		イタチ シダ	1					
		イソノ キ	1					
	37 77 9		62 34		45 3		11 34	20 8

放飼場における土壌動物調査

芝野博文・前原忠・渡部賢

1. はじめに

ニホンザルが山林の放飼場において棲息する場合、土壌動物にどのような変化が生ずるのかを目的に調査が開始された。調査は 2003 年 5 月から 2004 年 2 月にかけて実施されており（2004 年度は調査を実施していない）、ニホンザルが放飼場に導入されてからの日が浅いためその影響を確認するには至っていない。今後継続を予定している追跡調査によってその影響を確認できる可能性がある。ただし、第四放飼場は調査開始直前までカニクイザルが棲息した場所であり、樹木や林床の様子も明らかなインパクトを受けた様子があり、土壌動物相にもその影響が予想された。植生調査と同様に放飼場とインパクトを全く受けていない対照区や東京大学愛知演習林においても調査を実施して、比較考察を行った。

2. 調査プロットと方法

第五放飼場はサルの放飼によるインパクトを受けていない場所でアベマキやコナラが優占しかかなりの高木となっており樹種構成も多様性に富んでいるような林分である。平成 15 年度に放飼場として建設が始まり平成 16 年当初からニホンザルの導入が実施された場所である。ここに辺長 80m の正方形の植生調査プロットを設け、「第五放飼場」として本調査で記述している。第四放飼場はこれまで長年にわたって日本モンキーセンターによってカニクイザルの放飼が行われた場所であり林分構造がほとんどヒサカキから構成され樹高も 2-3m 程度に留まり密生した林冠を構成し、一見して大きなインパクトを受けた状況を見てとれた。ライン状に幅 10m 長さ 40m の「第四放飼場（下・西）」と幅 10m 長さ 80m の「第四放飼場（上・東）」の二つのプロットを設けた。土壌動物調査においては、第四放飼場における二つのプロットを合わせて「第四放飼場」として報告する。また、第五放飼場と第四放飼場の間にサルの放飼によるインパクトに関して過去にも影響がなく今後も影響を受けていない場所として利用でき、第五放飼場と

林相がほとんど同じである場所が見出されたので「対照区」として調査を実施した。さらに、東京大学愛知演習林一林班（犬山市田口）に第五放飼場と同規模の調査プロットを設けた。ここは、コナラが優占する若い林分であるため、京都大学官林キャンパス付近の植生との比較のために「演習林一林班」として調査対象地とした。調査地の配置や調査プロットについては、植生調査の章に掲げている。

トラップによる方法を採用するとすれば、ニホンザルによるイタズラを避けるために堅牢な保護対策を講じなければならないのでこの方法はとらず、一定量の土壌を採取してそこに棲息する土壌動物を対象として、同定が可能な大型動物に限って種レベルではなく目レベルまでの同定を行うこととした。それぞれの調査区「第五放飼場」「第四放飼場」「対照区」「演習林一林班」内部に調査時にランダムに 10 箇所のサンプリング地点を設け、辺長 25cm の正方形で深さ 5cm の土壌を採取している。試料は分析室に持ち帰るが、その際、落葉や石礫に付着し隠れている土壌動物は入念に採集するとともに篩を用いて粒径 5mm 以上の固形物を分別し現地に残した。分析室は東京大学愛知演習林犬山作業所であり、生残して動き回ると発見が容易であるため採取した日に土壌動物の拾い上げを行い、目の同定を行うとともに 50%メタノール溶液で満たした調査区名と調査日を記載したサンプル瓶に収納した。



図-1 調査道具（内寸 25cm 角木枠、5mm 篩、トレイ、サンプル収納紙袋、メジャー）

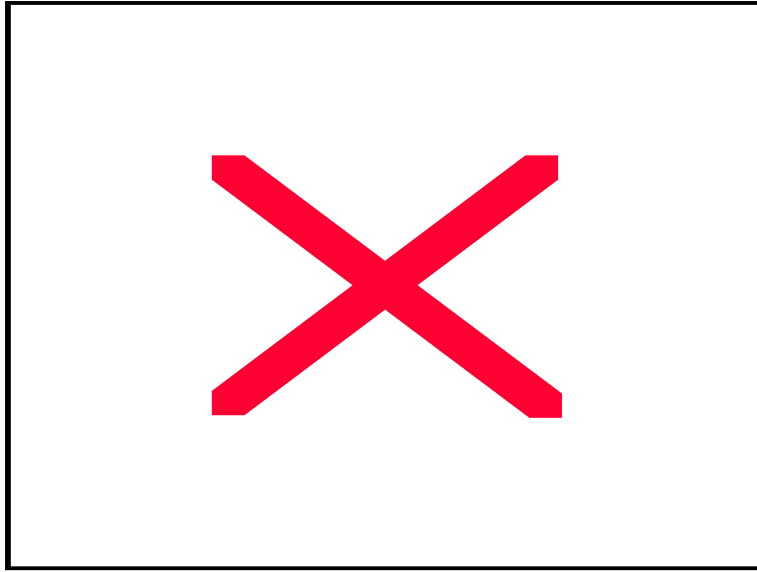


図-2 サンプルの例（左：ジムカデ目等、中央：ナガミミズ目等、右：ハエ目等）

個体の目レベルに関する同定は、初回（2003年5月7日）は前原が全てを行い、第四回目（2004年2月23日）は前原と芝野・渡部と愛知演習林時間雇用職員4名で行った。第四回目調査に続けて2004年2月24日25日に、第二回の2003年9月30日・10月7日8日、第三回目の2003年12月24日25日はすでにサンプル瓶に保管されており、サンプル例を参考にしつつ土壌動物の綱・目への検索図を用いて芝野・渡部と愛知演習林職員が同定をおこなった。

3. 結果と若干の考察

場所・調査時期をy軸に個体分類をx軸にして出現個体数をプロットしたものが図-3である。わかりにくいので、調査時期を区別せずすべて合計して場所によってどのような土壌動物が出現するかを表現したものが図-4である。2003年5月の調査は調査区が限られていたので今回の比較からははずした。

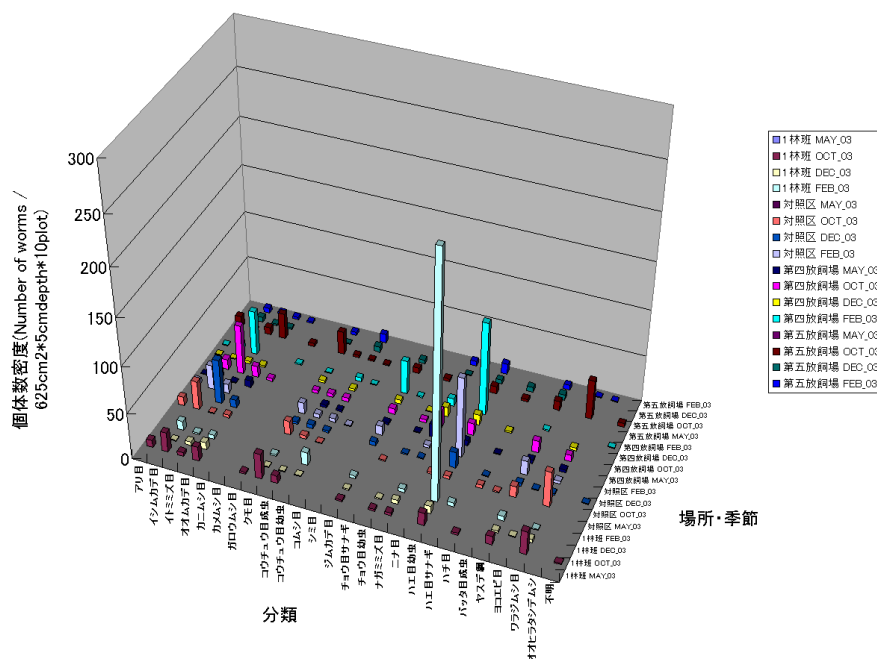


図-3 土壌動物調査結果全容

全般に、イトミミズ目、ナガミミズ目、イシムカデ目、ジムカデ目、ヤスデ綱、ハエ目などが個体数として多い。その中で、ハエ目幼虫が第五放飼場以外で多く棲息していることが注意を引く。ハエ目幼虫は、2月の調査でのみ特異的にみつかったものである(図-5参照)。2004年2月は温暖であり、ハエ目の活動がすでに始まっていたといえる。ただし、4つの調査区のなかにあって最も優れた林相を呈する第五放飼場においてハエ目幼虫がさほど確認されていないことから、動物の糞や死骸の場所を偶々サンプリングした可能性が指摘できる。カニクイザルのインパクトを強く受けた第四放飼場においてイトミミズ目、ナガミミズ目、ジムカデ目が多く棲息していること、ワラジムシ目、クモ目、アリ目が相対的に少ないことが特徴として挙げられる。今後の調査をまたなければ結論できないが、後者は、森林が健全で落葉層が分厚く存在する場所に特徴的に現れる個体として考えてよいかもしれない。

調査区の違いを排除して、調査時期別にどのような違いがあるのかを調

べるために図-5 を描画した。10 月に多様な土壌動物が出現しており、12 月にそれが低調になること、2 月の段階でミミズやムカデやヤスデがすでに出現している。アリ目、クモ目、ワラジムシ目は 10 月の調査以外ではあまり出現しない。

イトミミズ目、ナガミミズ目は、10 月 12 月 2 月と個体数の変化もなく一定して出現する。

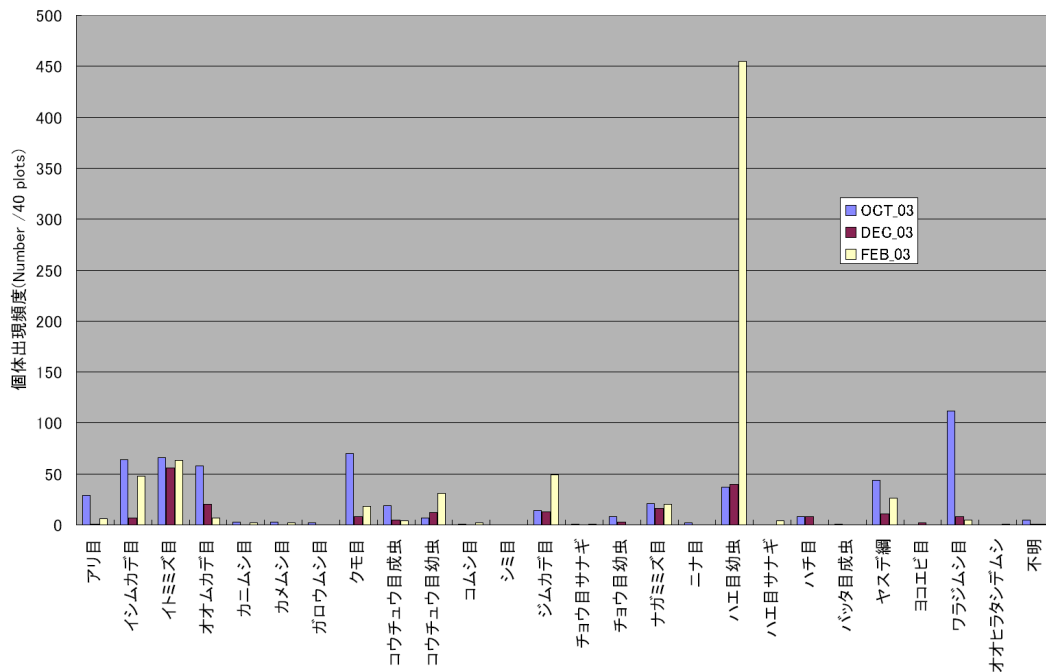


図-4 調査区別の土壌動物出現頻度

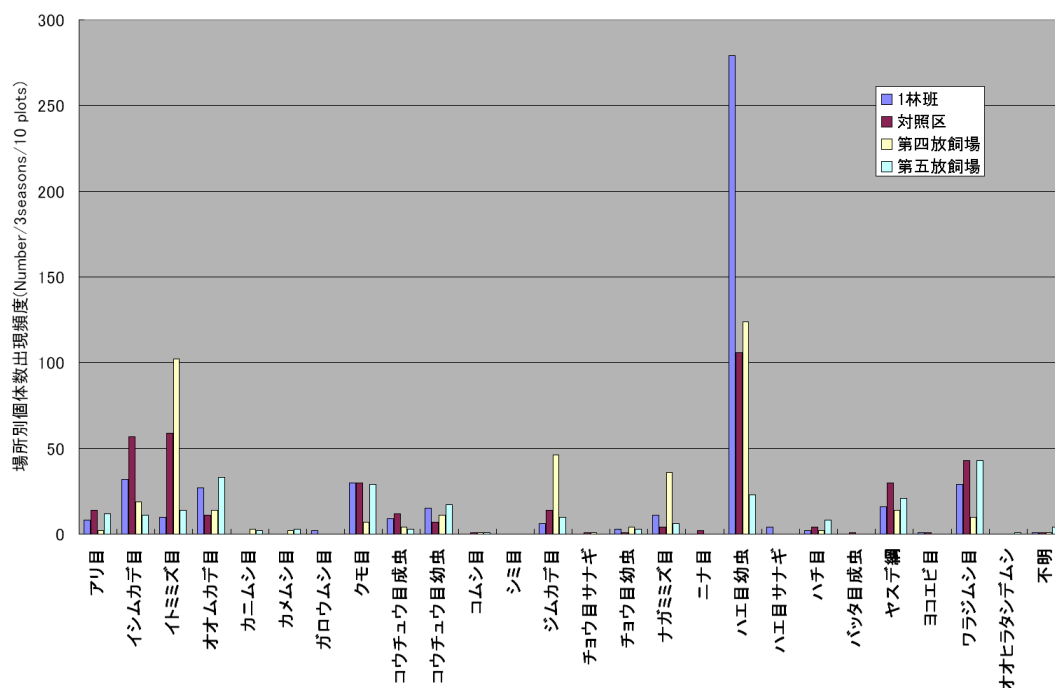


図-5 調査時期別の土壌動物出現頻度

排水管理

松林清明・熊崎清則

植物の繁茂した数千 m^2 という放飼場では、サル排泄物を毎日清掃することは事実上困難である。そのため従来の放飼場でも、清掃を必要とせずに自然の分解・浄化が可能な飼育密度にとどめることを原則としてきた。今回の実験放飼場ではさらに樹木の保全という目的があったため、1頭当たりの飼育面積を100 m^2 程度に保つこととした。その場合に、降雨による場内流水および浸透水が、サル排泄物由来の有機物をどの程度含むのかをモニターすることが重要と判断した。また、できれば相当の大雨でも場内の水が直接場外へ流出することを防ぎ、場内で循環させて地下浸透を図る設計としたかった。このため、以下のような方策をとった。

1) 第4放飼場：第4放飼場には少量の湧き水があり、それらはもっとも低い位置にある池に流入している(章「その他の放飼場設計」図1)。通常は地中への浸透によって水位は高くないが、大量の降雨などによってこの池の水がオーバーフローすると、側溝に流れ出て雨水と同じ経路に入る。

水の流入量とその水質は密接に関連すると思われるので、ここに水位・濁度・水素イオン濃度指数・電気伝導度・水温を1時間毎に連続計測する自動計測器をリースによって設置し、2003年12月から2005年2月までの測定値を記録した(図1)。

水位は低いときには10cm前後であるが、降雨後には35cm以上になり、約40cmでオーバーフローしている。最も低いときの水位がゼロ近くになっているが、これは水位センサーからの高さであり、センサーは池底より10cm程度高い位置にセットされているので、表の水位は実際の池の水深より10cm程度低く示されていることになる。実際の池の水がゼロになることはない。梅雨時の水位は殆ど上限近くに留まっており、湧き水だけではオーバーフローすることはなく降雨によって流入水量が大幅に増加することが分かる。

濁度はおおむね10度程度で推移し、ときどき100度近いスパイク状の上昇が見られたが、これはすぐに元に戻っていて、水位上昇とも関連していないように見える。これは、水位の低いときにも濁度測定ができるようにセンサーの位置を低くしたため、池に生息する魚やウシガエルの幼生などが巻き上げる水底堆積物の攪拌による一過性の現象と推定される。

水素イオン濃度指数 (pH) は 6.5 前後でほぼ一定している。

水温は冬季の 5 度程度から夏季の 30 度程度までゆっくり変動している。水中の塩類など電解質の濃度を示す電気伝導度は、2 ~ 3 mS/m で安定していて、特に季節変動もない。4 月に数回の上昇が見られている理由は不明である。

この池は、雨のほかに湧き水による流入が常時あることで、水質は良好な状態に保持されていると判断される。

2) 第 5 放飼場：ここは山林に新しく放飼場を設けたので、第 4 放飼場とは異なる水管理の方法を採用して比較検討の材料とした。場内に標高を変えていくつかの貯水池を作り、それらを細い開放水路で結んで、もっとも低い場所にある最終池から最上部池へはポンプで水をくみ上げ、循環させることとした(図 2、3)。少量ずつの蒸発および水路外への水漏れがあるので、水道水を適宜補給した。上部池へ水を返送するパイプには、サルによって齧られるのを防ぐ目的で金網を巻いて保護した。

コンクリートで作った水路は、サルの飲用のほか夏季に水遊びをしたり、堅い固形飼料を水でふやかして食べるなどの利用も想定した。そして最下部の池の水質検査を定期的に行い、汚染度をモニターした。

圖1. 水質計測結果



圖2. 5放 放水路

放飼場の水場と調整池における pH、COD、細菌数を指標とした水質調査

景山 節

1. はじめに

RRS 計画における大型放飼場は飼育されるサルの生息環境をできるだけ自然に近い状態に保つことで、サル本来の社会・生態構造を残した新たな研究用霊長類の育成を目ざしている。このためパイロット放飼場として第 4、第 5 放飼場が建設され、それぞれ約 5000 m²の面積に 50 頭程度のニホンザルを飼育し、様々な評価をおこなうことになった。この放飼場は霊長類研究所内にある従来の第 1～3 放飼場に比べ、サル飼育密度は 5～10 分の 1 となっている。放飼場内の樹木は保全され自然生息環境に近い状態を保つことができる。中には最も低い場所に調整池が作られ、雨水を貯留している。放飼場は本来の生息域に比べるとなお 100～1000 分の 1 程度の狭さであることから、サルの排泄物の放飼場内調整池への流入と、池の水の外部への流出による周辺環境の汚染の可能性が考えられる。このようなことから、新たな大型放飼場の調整池における水質評価を試みた。そのため pH、COD（化学的酸素要求量）、細菌数の定期的な測定をおこない、飼育環境と水質との関連について検討した。比較のために従来の放飼場における水飲み場と小川、さらに研究所外の農業用溜池でも同様の測定をおこない、新たな放飼場と比較検討しながら水質評価を進めた。

2. 採水場所と時期

採水場所は第 1～3 放飼場では場内の水飲み場と循環式小川、および場外の調整池、第 4、第 5 放飼場では場内の小川、調整池である。図 1 に代表的な小川や調整池が示してある。比較のため研究所外の農業用溜池 3 箇所を選んで採水した。採水は月 1 回とし、晴れた日におこなった。また大雨のあとは雨水による希釈の影響が考えられるので、水質が安定するまで数日待ってから採水した。

A 第1放飼場水飲み場



B 第3放飼場の小川



C 第4放飼場（RRSパイロット放飼場）の調整池

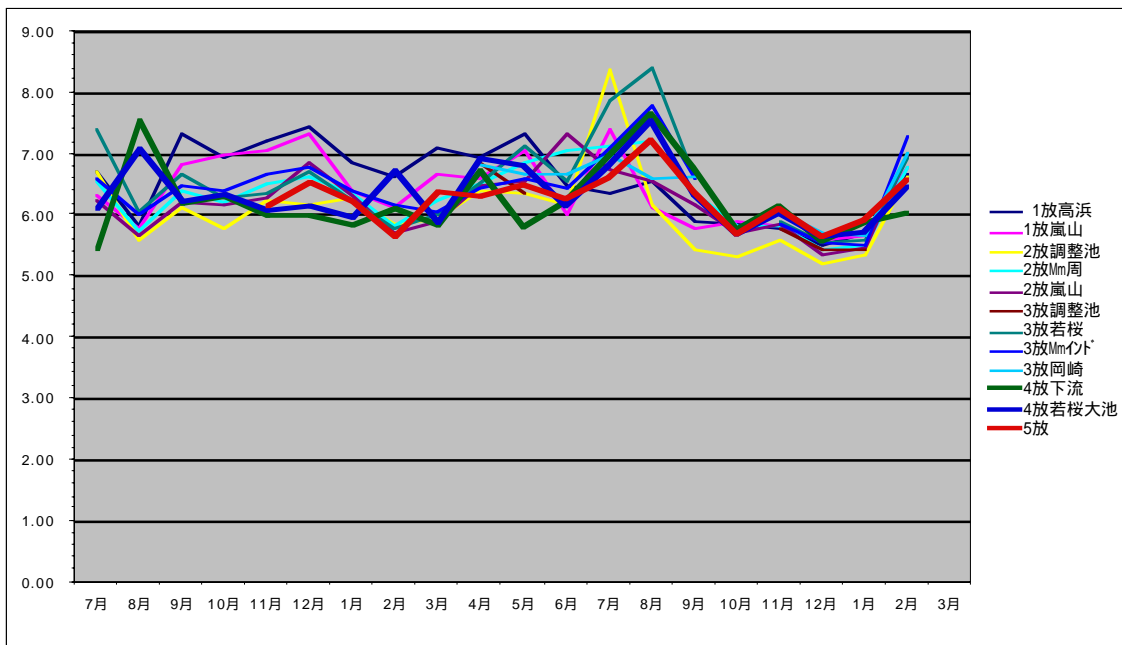


図1 代表的な放飼場の水飲み場、小川、調整池

3. pH 測定結果

水の pH 値は各採水場所での変動は少なく、ほぼ pH6～7 の範囲に収まっていた（図 2）。第 1～第 3 放飼場の水飲み場や小川には、雨水の流入と、一部で土壌成分の流入がある。第 4、第 5 放飼場では窪地に人工調整池を作っており、雨水、土壌の流入がよりおきやすい構造となっている。両者ともに水の pH としては正常な値であることから、酸性雨あるいは土壌成分の流入による pH への影響は殆どおこっていないと考えられる。

図 2 pH の測定結果（2002 年 7 月から 2004 年 2 月まで）



4. COD 測定結果

COD は有機性汚濁の指標で、湖沼などの水質汚染を見るのに使われている。測定方法は過マンガン酸カリウムの還元量を測るもので吸光光度計を用いておこなった。単位は ppm または mg/ml である。各点での月単位の測定結果は図 3 に示されている。第 1～第 3 放飼場の水飲み場、あるいは小川が第 4、第 5 放飼場の調整池より高い値を示した。年間では 7-9 月にかけての夏場に高い傾向が見られ、特に第 1～第 3 放飼場の水飲み場でその傾向が強かった。

第 1～第 3 放飼場の水飲み場や小川は放飼場の面積が 500～1000 m²で、第 4、5 放飼場に比べ小さいことから、サルの排泄物など有機物が混入する頻度も高くなってい

る。特に夏場はサルが水浴したりして水も濁った状態になっている。このようなことから COD が高くなったものと考えられる。

第 4、第 5 放飼場では第 1～第 3 放飼場に比べより大きな調整池が作られている。場内が約 5000 m²と広く、また樹木が保全されていることから池でサルが水浴するなどの頻度は低い。したがってサルに直接由来するような有機物混入はさほどない。第 4、第 5 放飼場の調整池では 2003 年に比べ 2004 年で COD が高い傾向が見られ、特に夏場に高値を示した。値は低いものの第 1～第 3 放飼場と同じ傾向である。しかし第 4 放飼場の調整池に至る水路（4 放下流と略称）では年間を通じて調整池より低い値が得られている。このことは第 4、第 5 放飼場の夏場の高値はサル有機物の混入よりは池そのもので繁殖する生物が増えたことによると考えられる。第 4 放飼場の調整池は放飼場建設前からあったもので、中央の窪地を占めるかなり大きなものである。藻が繁っており、カエル、魚などの水棲動物も多い。夏場にはこれらの生物の活動が活発になっていることから、有機物の量が多くなったと予想される。

2004 年 10 月に研究所外の農業用溜池を 3 箇所測定し放飼場の調整池との水質比較をおこなった。山林に隣接する小野洞第 4 池と第 5 池の COD は低い値で、有機物汚染の少ない水質であることを示した。市街地にある馬堤池の COD 値はこれらの 2 池より少し高く、第 4、第 5 放飼場の調整池と同じレベルであった（表 1）。

図3 CODの測定結果（2002年7月から2004年2月まで）。単位はppm。

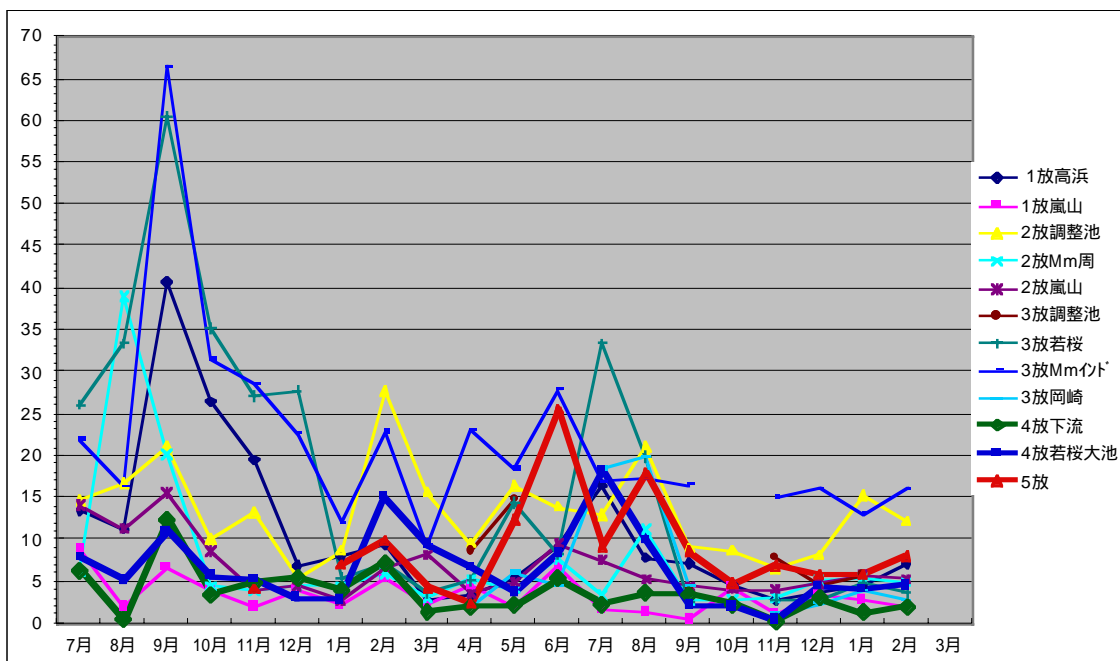


表1 研究所外の農業用溜池の水質（2004年10月27日採水）

採水場所	PH	COD (ppm)	細菌数 (1 ml あたり)
小野洞第5池	5.95	1.8	130
小野洞第4池流入口	5.82	1.2	430
丸山馬堤池	5.67	5.5	1,280

5. 細菌数測定結果

細菌数は大腸菌数に代表されるように水質汚染の有用な指標となる。今回の水質調査では、LB培地で繁殖する好気性菌の総数を調べた。結果は第1～第3放飼場の水飲み場や小川と第4、第5放飼場の調整池で顕著な差を示した（図4）。

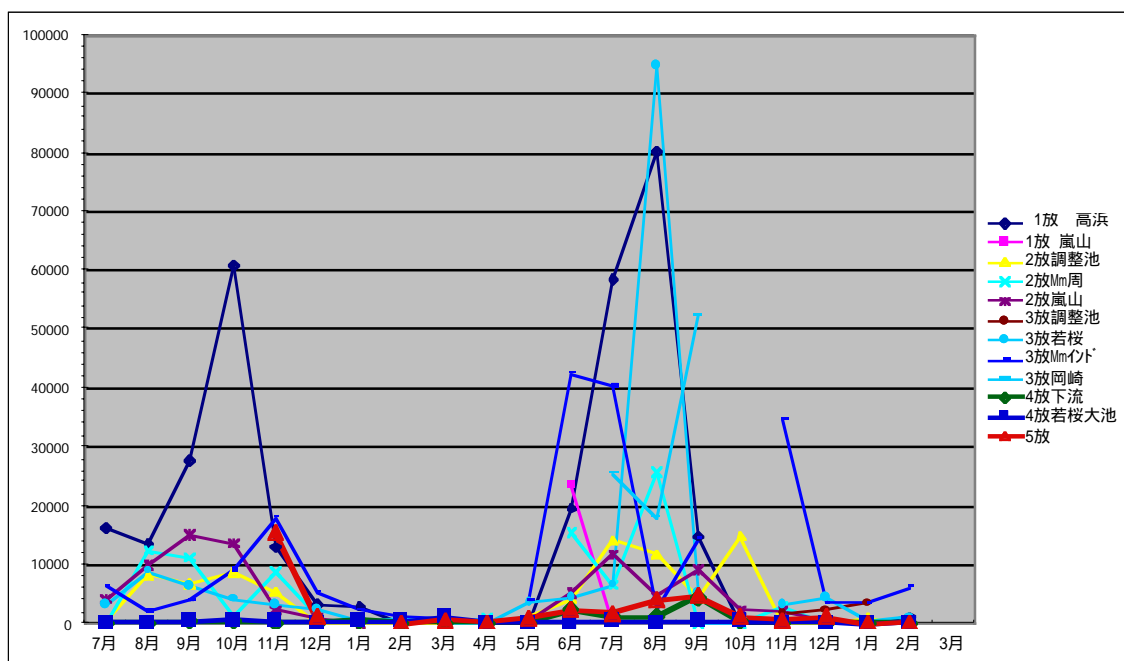
第1～第3放飼場の水飲み場や小川では夏場に細菌数の急激な上昇があり、水質の汚濁が進んでいることが明らかとなった。この上昇はCODの上昇と一致していた。サルが水浴をしたりして糞便中の細菌が混入し、水温の上昇にともない繁殖しやすい状態ができたと思われる。

第4、第5放飼場の調整池では細菌数は年間を通じて低い値であった。CODは夏場に

高値となったが、細菌数の上昇はない。このことは第 1～第 3 放飼場の水飲み場や小川と顕著な違いである。細菌数から見る限り第 4、第 5 放飼場の調整池は年間を通じて安定した水質を保っていた。COD 上昇が示す有機物の増加は細菌の増加をともなうような水質の悪化を示すものでなく、先に議論したように水棲生物の増加によることを示唆している。

研究所外の農業用溜池では、小野洞第 4 池の細菌数が少なく、馬堤池の細菌数が多かった。第 4、第 5 放飼場調整池の同時期の細菌数はそれぞれ 420、1280 であり、それぞれ小野洞第 4 池、馬堤池と同じレベルであった。このことは、第 4、第 5 放飼場調整池は細菌数から見ると農業用溜池と同じくらいの水質であること示している。

図 4 細菌数の測定結果（2002 年 7 月から 2004 年 2 月まで）。単位は 1ml あたりの細菌数。



6. まとめ

RRS 計画のパイロット放飼場として建設された第 4、第 5 放飼場の調整池の COD は夏場にやや高い値を示すものの、平均 10ppm 以下で、第 1～第 3 放飼場に比べ低い値を示した。また年間を通じて細菌数は極めて少なかった。この要因としては、パイロット放飼場は従来の放飼場のより広くサル密度が低いことから汚物などの流入の割合が

極めて低いこと、また池で植物が繁殖し水の浄化に有効に働いていることなどが考えられる。これらのことから RRS パイロット放飼場の調整池の水質は市内の農業用溜池のレベルにあり、水質としては良好なものと言える。

ニホンザルによる放飼場内植生の樹皮食害

- 樹皮食の選択性と人工構築物の影響について -

竹元博幸・大沼学・山内志乃・千田友和・松林清明

1. はじめに

ニホンザルは時として、食物として好む植物の密度を低下させるまで食害を与えることがある。例えば、下北半島の冬ではヤマグワの冬芽の食物パッチを周期的に訪れ、ヤマグワの冬芽の生産性を維持できないほどまで利用し、後に行動圏を他の場所へとシフトさせる (Watanuki et al., 1994)。給餌により2000頭まで増加した個体群を持つ高崎山の周辺では、ムク、エノキといったサルの主要食物種が枯死し、また、サル道の踏み固めによる実生の成長阻害などの森林破壊が進行している (杉山、1995)。同様に宮島 (関ら、1970) や金華山 (稲葉、1995) でもサルの採食や枝折りなどで景観が変化していることが報告されている。つまり、植生にとってサルは常にローインパクトとは限らず、植生を変化させ、破壊させる可能性をもつ動物だと言える。

サルの行動域が制限された放飼場では、植生への影響はより顕著である。京都大学霊長類研究所の第1放飼場はもともと自然の暖帯林を壁で囲い、放飼場としたものである。しかし、ここでニホンザルの飼育を始めた結果、数年で放飼場内の全ての植生が壊滅し、全くの裸の土地となってしまった (人類進化モデル研究センター、2002)。もともと植生のない放飼場に多数の樹木を植栽する実験では、チンパンジーは食害を与える樹種の選択性が強いいため葉や樹皮が全く採食されない樹種が存在し、放飼場内に永続的に植生が持続する可能性を示した (竹元他、1996; Ochiai & Matsuzawa, 1998)。それに対し、ほぼ同じ面積のニホンザルの放飼場では、採食樹の選択性は見られたが、好む樹種が枯死するといずれ全ての樹種を採食するようになり、植栽後1年も経たないうちに再び植生のない放飼場に戻ってしまった (竹元、未発表資料)。

ニホンザルは半地上性であり、地上のほか樹上空間も利用して生活している。したがって飼育動物の「心理学的幸福」の立場からは、樹木を植栽したり人工的な三次元構築物を設置したりして、できるだけサルの利用できる空間を増大させ、飼育環境を

自然環境に近付ける必要がある（例えばClarke et al., 1982など）。しかし、上記のようにニホンザルの放飼場内で持続的な樹木植生を維持していくことは容易ではない。

モンキーパークのカニクイザルモンキージャングルとして長年利用されてきた第4放飼場に今回新たに若桜群および嵐山群を移入し、また放飼場環境に多様性を持たせるため、高さ5mのジャングルジム様の人工構築物が複数設置された（図1）。第4放飼場は、ヒサカキおよびサカキを優占種とする樹高およそ3mの低木層に覆われている。ところが、既に移入以来数カ月で今回の移入群による放飼場内樹木の樹皮食害が確認されている。これにはカニクイザルとニホンザルの採食嗜好性の違い、飼育頭数の変化、給餌量、生活環境の変化等さまざまな要因が考えられるが、容易に樹冠に近づけ、水平方向の移動も簡単な人工構築物の存在も要因の一つとして考えることができる。

いずれにしろ、放飼場内の樹木の枯死など、今後の植生の単純化を避けるためにも実際の樹木の食害状況を把握する必要がある。今回の調査では、全体の樹木のどの程度がニホンザルによって新たに樹皮食害をうけているのか調べ、新しく設置された人工構築物の樹皮食害に与える影響に着目して解析を行った。

2. 方法

第4放飼場は20年以上にわたってカニクイザルが飼育されてきた。（多い時で110頭、最終的に霊長研に譲渡される前には50頭）。ヒサカキ、サカキ、アカマツなどの現在の植生はカニクイザルによる被食圧をうけて形成された、ある程度サルの飼育に対して抵抗性のある特殊な植生と考えられる。ニホンザルは2003年8月に第4放飼場に移された。移入された群れは嵐山B群（34頭）と若桜群（22頭）である。若桜群は以下に説明するC, D, Eを含む区画に、嵐山群はA, Bを含む区画に移入され、若桜群は2004年4月に第5放飼場へ再び移された。調査は2004年3月および5月に行った。

毎木調査

第4放飼場を5つの区域に分割し（A, B, C, D, E）、各区域内にコドラート（5m×5m）を5個、合計で25個設置した（図2）。コドラート内のすべての樹木についてマーキングをして種名を記録し、胸高直径（DBH）、樹高（目測）を計測した。幹が基部から別れている場合も、全ての幹についてDBHを計測した。ただし、樹高が1.5mに満たない樹木については、種名を記録するにとどめ、解析には用いなかった。

樹皮食の判定と計測

樹皮食がみられた場合は、歯跡等を観察し、サルのものであるか確認した(図 3a)。樹皮食の計測項目は面積(垂直方向×周囲方向の長さ)、最下部の高さ、どこまで採食

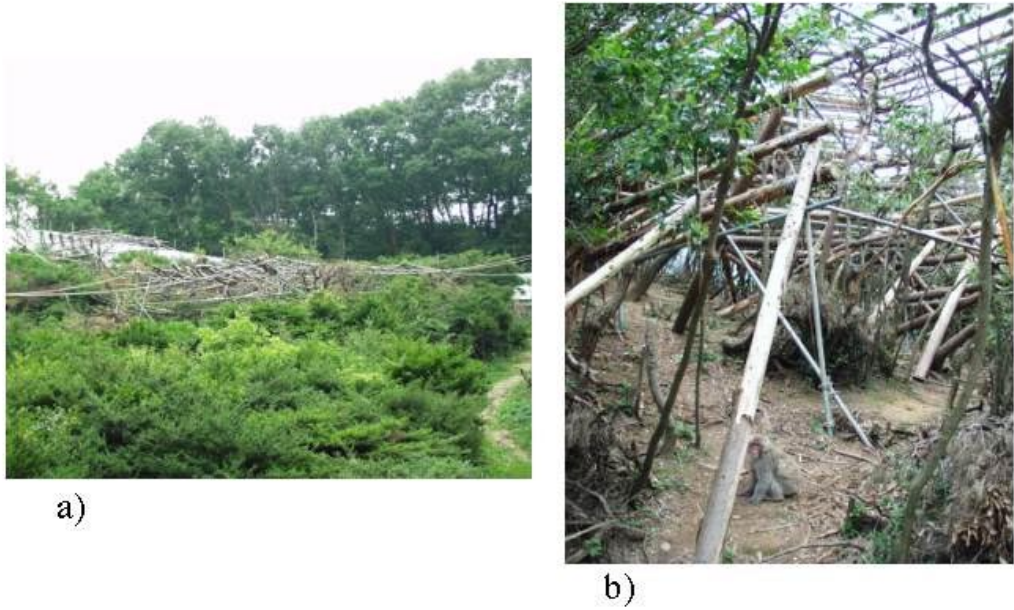


図1. 第4放飼場の概観。a) 第4放飼場を観察台から見る。周囲の植生よりも極端に樹高が低い。
b) 実際に中に入ってみると、人工構築物の近くでは樹木が少なく、明るい。

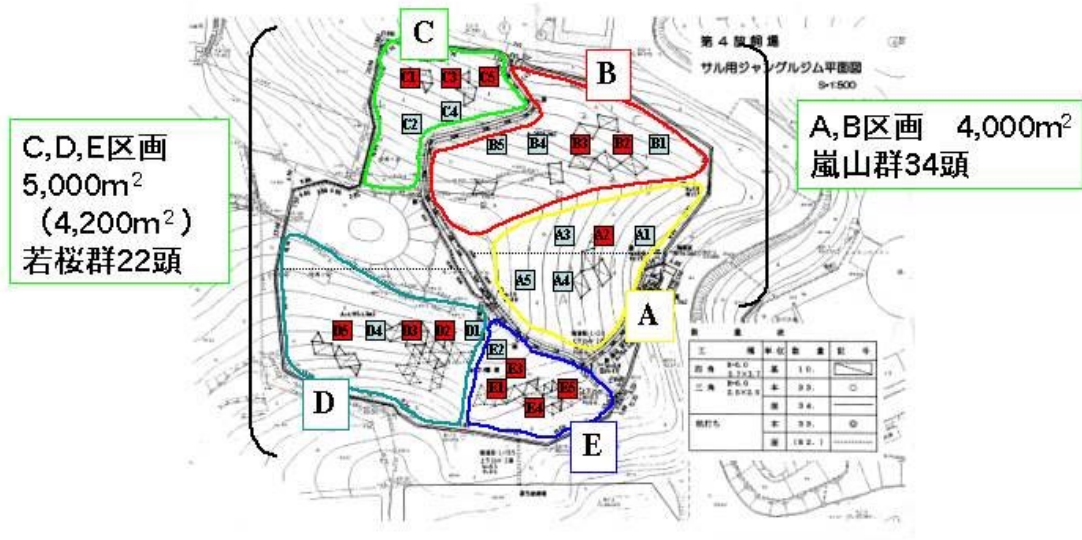


図2. 第4放飼場と設置した方形区

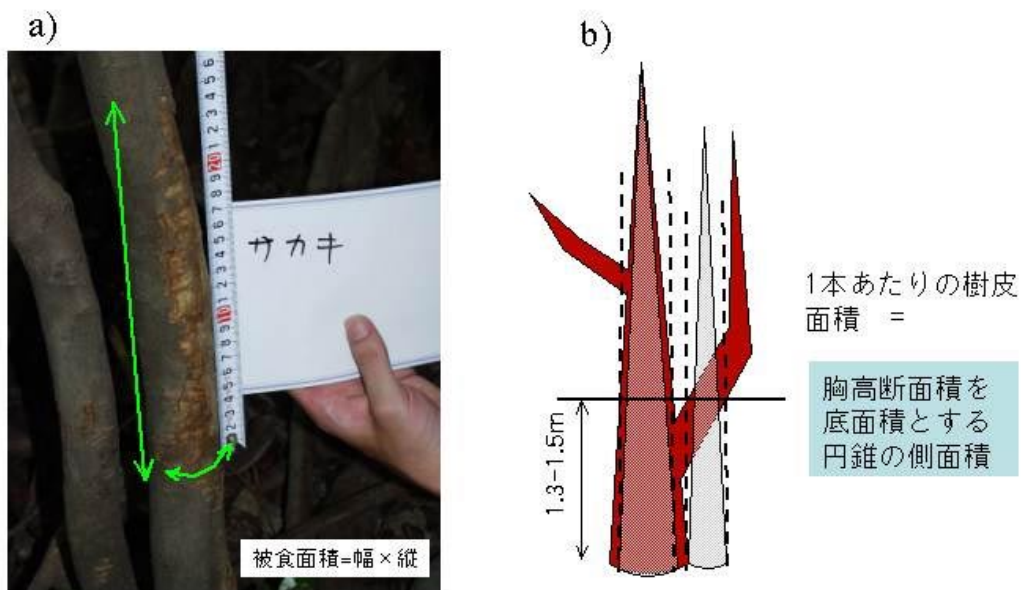


図3. サルによる樹皮食と被食面積の測り方。a. サルの樹皮食痕と面積の測定。b. 樹木1本の総表面積の計算方法

表1 樹種別の樹皮食害を受けた個体の数。樹高1.5m以上の木本のみ。

種名	(和名)	樹皮食い		合計
		無し	有り	
<i>Cleyera japonica</i>	サカキ	37	34	71
<i>Cryptomeria japonica</i>	スギ	2		2
<i>Eurya japonica</i>	ヒサカキ	297	29	326
<i>Hydrangea paniculata</i>	ノリウツギ	1		1
<i>Ilex cuneata</i>	イヌツゲ	4		4
<i>Ilex serrata</i>	ウメモドキ	2		2
<i>Lycnis ovalifolia</i>	ネジキ	20	13	33
<i>Photinia glabra</i>	カナメモチ	12	6	18
<i>Pinus densiflora</i>	アカマツ	16		16
<i>Quercus acuticostata</i>	クヌギ	13		13
<i>Quercus aliena var. pellucida</i>	アオナラガシワ	5	1	6
<i>Quercus serrata</i>	コナラ	2		2
<i>Saccolobium bursatum</i>	シャシャンボ	6	2	8
<i>Staurium erectum</i>	コバノガバズミ	2		2
総計		419	85	504

されているか（外樹皮のみ、形成層まで、木部まで、等）、樹皮食の新旧（どのくらい古いものか）である。採食痕の周囲の樹皮やコルク質が盛り上がり、完全な修復が見られた場合は、半年以上前のカニクイザル飼育時代の採食痕と判断し、今回の解析からは除いた。

解析

樹種ごとにマーキングをした全ての樹木個体に対し、樹皮食が確認された（採食痕の数や面積には考慮せず）個体数を数えた。面積については、一つの幹を円錐とみなして DBH と樹高から樹木の表面積を計算し、それに対する合計採食面積の比を計算した（図 3b）。樹種ごとあるいは区画ごとに結果をまとめ比較した。樹皮食に対する立体構築物の影響については、25 方形区の中でわずかでも立体構築物のポールが区画に入っている区画と、構築物が全く存在しない区画とで食害の割合を比較した。構築物のある区画は 13 方形区（A2, B2, B3, C1, C3, C5, D2, D3, D5, E1, E3, E4, E5）、構築物のない区画は 12 方形区（A1, A3, A4, A5, B1, B4, B5, C2, C4, D1, D4, E2）であった。

3. 結果

樹皮食害の程度と樹種による違い

合計 25 の方形区で観察された樹高 1.5m 以上の樹種は 14 種、504 本、平均樹高は 2.8m、幹の平均胸高直径は 3.75cm であった。このうち 6 種 85 本の樹木が今回のニホンザル移入後に程度の差はあれ、樹皮食害を受けていた（表 1）。

放飼場内でもっとも優勢なのはヒサカキ（*Eurya japonica*）で 326 本が方形区で観察され、ついでサカキ（*Cleyera japonica*）の 71 本、ネジキ（*Lyonia ovalifolia*）の 33 本とつづく。しかし、食害を受けた本数ではサカキが 34 本と最も多く、ヒサカキの 29 本、ネジキの 13 本を上回っていた。その他に樹被食が求められたのは、カナメモチ（*Photinia glabra*）、アオナラガシワ（*Quercus aliena* var. *pellucida*）、シヤシャンボ（*Vaccinium bracteatum*）の 3 種だった。

全表面積に対する比率では、サカキの被食面積が全種の合計に対して 68% と極端に大きくなり、ネジキも 20% をこえる（図 4）。サカキやカナメモチ、ネジキでは樹皮食が見られた樹の表面積に対する被食面積の割合が 5% 前後であるのに対し、ヒサカキは 0.4% と低く、外樹皮のみの被食痕も多かった（表 2）。また、ネジキは 1 本

の樹の全表面積の 5 割近くも採食されていることがあり、サカキやカナメモチも 2 割前後まで採食されている樹が見られるのに対し、ヒサカキの最大被食面積割合は 2.5%であった。

嵐山放飼区と若桜放飼区の比較

各区画で樹木本数に対する樹被食が見られた本数の割合に違いが見られた (図 5、 $\chi^2=13.9$, $p<0.01$)。しかし、極端に樹皮食の割合が低い C 区を除けば、樹皮食の割合に大きな差異はなく、AB 区の合計では 18.9%、DE 区の合計では 18.2%の食害率であった。

樹皮食に対する立体構築物の影響

人工構築物がある方形区では樹皮食害を受けている樹が多かった。(図 6、 $\chi^2=13.9$, $p<0.001$)。また、表面積に対する被食面積の割合、個体当たりの平均、個体当たりの最大値、いずれにおいても人工構築物がある方形区の方が大きい値を示した(表 3a, b)。人工構築物がある方形区、ない方形区で共通の被食樹種は、人工構築物があるとより多くの面積の樹皮が採食されている傾向にあった(図 7、Wilcoxon test, $z=-2.02$, $p<0.05$, $n=5$)。

地面からの高さ 10cm から 3.5m まで樹皮食が確認された(図 8)。30-40cm に一つのピークがあり、1m 以上の高さでは 2.3m あたりまでなだらかに増えていく。人工構築物の金属ポールや丸太から 60cm 以内にある樹皮食痕はほぼ 1m 以上の高さであり、特により高いところでは比率が高い。

4. 考察

マーキングされた 504 本のうち樹皮食が確認された樹木は 85 本、およそ 17%であった。かなりの割合でサルによる樹皮食害が存在すると考えていいかもしれない。ただし、1本の樹木の全樹皮面積に対する採食樹皮面積は平均で 3.5%と低く、全体では樹木を枯死させるほどではない。短期間に放飼場内の植生が壊滅するような危険はないだろう。しかし後述するように、サルによる被食には明らかに種の選択性が見られ、樹種によっては今後密度を減らしていく可能性もある。また、人工構築物が樹皮食を促進させる傾向には顕著なものがあり、人工構築物の周囲で樹皮食を防ぐ対策が必要と思われる。

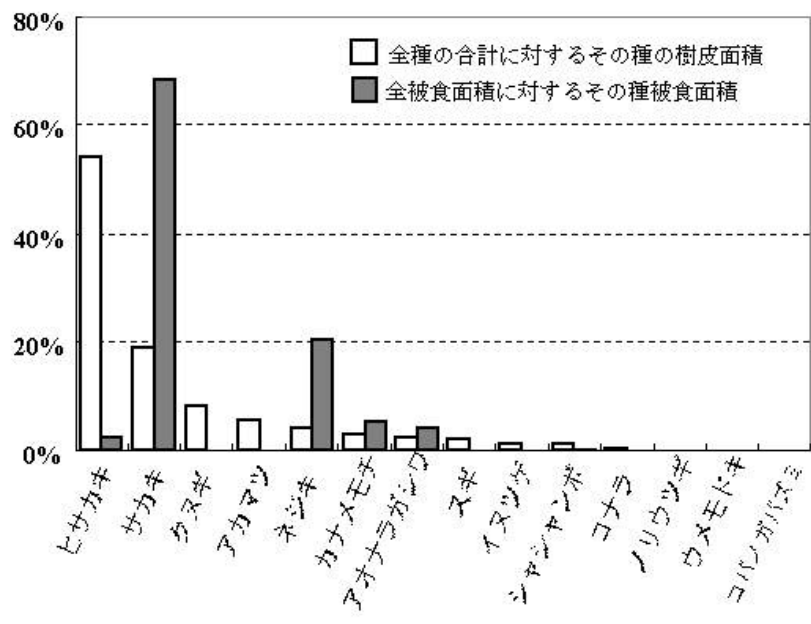


図4.被食面積による比較。

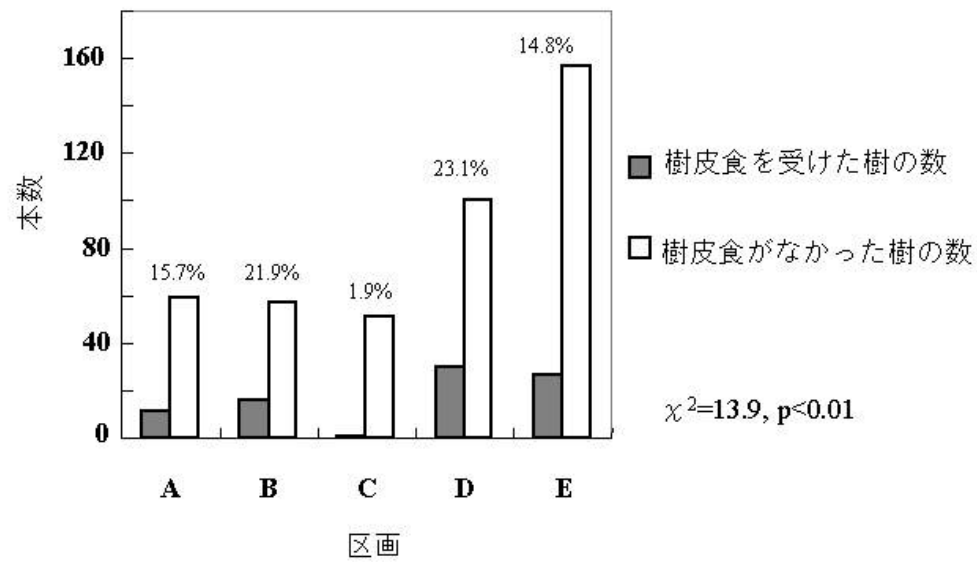


図5. 区画ごとの樹皮食害数。棒グラフの上の数値はその区画で観察された全ての樹木本数に対する樹皮食害を受けた樹木数の割合。

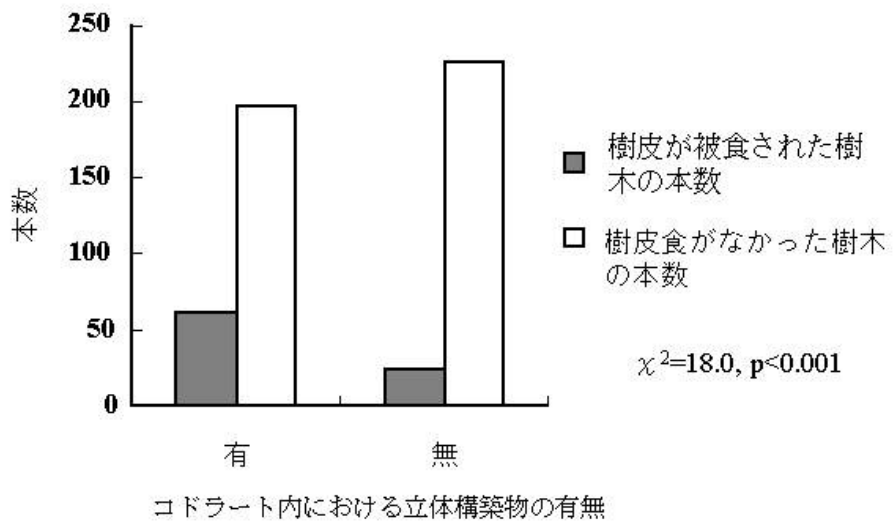


図6. 立体構築物の有無と樹皮食

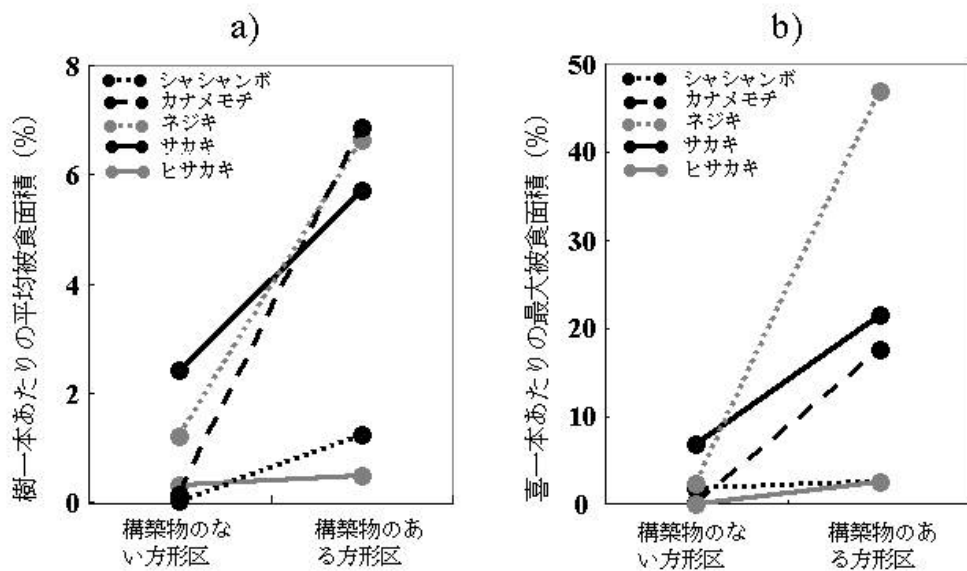


図7. 構築物の有無による被食面積の違い

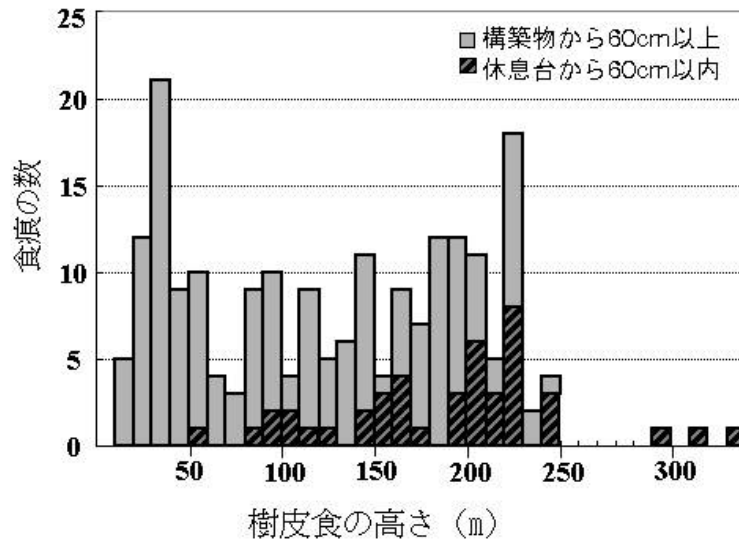


図8. 樹皮食の地上からの高さ

樹皮が採食される種

方形区で出現した 14 種のうち樹皮食が確認されたのは、6 種のみであった。もともと第 4 放飼場はカニクイザルによる被食に耐えてきた植生と思われるので、ニホンザルにとっても基本的にはあまり葉や樹皮を大量には採食できない種が多いと考えられる。しかし、サカキ、ネジキ、カナメモチの 3 種は、3 分の 1 以上の樹木に樹皮食が認められ、1 本あたりの採食面積も比較的大きい。人工構築物の近くでは、樹皮が広範囲に採食され、ほとんど丸裸のように見えるネジキもあった。種による耐性の違い、採食のされ方などを考慮する必要があるが、サカキやカナメモチでも確認された 20% 程度以上の食害は枯死に至る危険性も充分にあるのではないだろうか。ネジキやカナメモチはもともと放飼場内での密度がサカキに比べ小さいので、これらの樹種の存続にはより注意をする必要があるだろう。

ヒサカキは被食されるが、数も少なく、被食面積も小さいことが多い。もともと、もっとも多い樹種でもあり、サルによる樹皮食の影響は小さい。アオナラガシワは 1 本だけ、構築物のわきで大規模に採食されていた。工事中に傷つけられた場所から被食をうけたらしい。コナラ、クヌギなどと同じく、コルク質の発達した樹皮は基本的には採食されないようだ。シャシャンボはサンプル数が少ないので評価しにく

いが、被食されることもあることが示されたので、サカキやネジキなど、サルが好む樹種密度が低下した場合、樹被食の程度が増加する可能性もある。

なお、ツツジ科は比較的多種のアルカロイドを含有することが知られ、ネジキの葉や材からはトロポノイド系の Lyoniol という有毒物質が報告されている（稲垣、1959）。残念ながらニホンザルの二次代謝産物に対する反応は調べられた例はなく、特定のアルカロイドに対するサルの忌避行動はよくわからない。たとえば同じツバキ科のヒサカキとサカキは樹皮も似ており、サルにとっての利用可能度に大きな差はないだろう。しかし、採食されるのはサカキの樹皮の方が明らかに多い。このように今回の調査で明らかになった樹皮食における種選択性には、齧りやすさなどの物理的要因だけでなく、樹皮あるいは形成層の栄養価や含まれるアルカロイド・タンニンなどの節食阻害物質の化学的要因がきいている可能性が強い。樹皮食の選択性は今後追求してみたい。

人工構築物の影響

図5で示したように樹皮は地上 30~40cm の高さで採食されることが多い。これはサルの樹皮食は通常、地上部を歩いている時や地上で休息している時に行われることが多いからだろう。給餌が行われ、基本的に栄養が充足している飼育群では、樹皮食は咀嚼に対する基本的な欲求、あるいは野生群に比べ圧倒的に多い休息時間を他の行動に移行させるときにてっとりばやい行動であることによって起こると考えられる。

人工構築物の周囲では支持体から届く範囲内で樹皮の被食が多く見られるのも同様の理由によるだろう。オトナ個体は支持体の弱い樹冠部で休息することはほとんどなく、したがって地上部から届かないところまで登って樹皮を採食することはあまりない。しかし、人工構築物は支持体がしっかりしており、5m までの高さを利用して休息することができる。高さ 1m 以上の樹皮食痕が、人工構築物の支持体から届く範囲内に多いのは、人工構築物が休息場所として良く利用され、その周囲の植生に対しての影響が強いことを示している。

人工構築物の影響は、構築物のない方形区との比較で顕著にあらわれている（図6）。同じ種でも構築物が存在すると、構築物のないところより多大な樹皮食害をうけている（図7）。また、構築物のない方形区では、樹木個体あたり最大で 6.8%（サカキ）の被食面積で、樹を 1 本枯らすまでに至っていない。しかし、構築物のある方形区では最大で 47%（ネジキ）、その他でも 21%（サカキ）、17%（カナメモチ）と、

枯死が危惧されるほど食害を与えている（表 3）。人工構築物の周囲は葉もよく採食されているらしく、林床まで日光が良く届き、明るい。このような林床の物理条件の変化は、新しい実生の成長にも影響する可能性が強く、今後 10 年、20 年という長期にわたる観察が必要だと思う。

工事の際に傷つけられた樹皮から採食されていることもあるし、工事のために邪魔な樹が伐採され樹木密度が低いせいもあるだろう。また、本調査が、休息時に人工構築物をよく利用する冬を越えたあとに行われた影響もあるかもしれない。しかし、人工構築物は放飼場環境に多様性をもたらすと同時に、放飼場内植生に対しサルによる樹皮食害というかたちで被害を与えていることも事実である。何がサルにとっての飼育環境のエンリッチメントであるかは多面的で、単純には捉えられない問題であるが、少なくとも、放飼場内植生の単純化、貧弱化はエンリッチメントとは逆の方向に進むと思われる。

照葉樹林帯の野生ニホンザルの生息密度はおよそ 5-6 頭/km² である（Takasaki, 1981）。生息地の樹木変型など植生に影響を与えていると考えられる金華山で 30 頭//km²（伊沢、1995）、植生に多大な被害が認められる高崎山では 600 頭/km² に達している（杉山ら、1995）。仮に同様の値を第 4 放飼場で計算してみると嵐山群で 5200 頭/km²、若桜群で 6500 頭/km² という高崎山の 10 倍にあたる途方もない数字が計算される。樹木植生がニホンザルの飼育環境エンリッチメントとして有効であろうことは容易に想像がつくが、この個体数密度を考えると、それを維持することは容易ではない。樹木植生維持のためにはさまざまな実験的試み（直接的に枝折りや樹皮食を防ぐ、長期的に樹木や草本の自然更新を促進させるなど）が必要であり、その知識の蓄積が今後の飼育計画にうまく反映されるような、放飼場植生の長期的な変遷を追う調査体制が必要だと考えられる。

引用文献

Clarke AS, Juno CJ, Maple TL. 1982. Behavioral effects of a change in the physical environment: A pilot study of captive chimpanzees. *Zoo Biol* 1:371-380.

稲垣勲. 1972. 植物化学. pp464. 医歯薬出版, 東京.

伊沢紘生. 1995. サルの食物が植物に与える影響 - 過去 13 年の調査から -. 宮城

梟のニホンザル, 8 : 1-12 .

稲葉あぐみ . 1995 . サルの採食による樹形の変化 . 宮城県のニホンザル , 8 : 13-26 .

京都大学霊長類研究所人類進化モデル研究センター . 2002 . 新しいサル像をめざして
- 施設からセンターへの 30 年 - . pp 161 . 文化出版株式会社 , 犬山 .

Ochiai, T., Matsuzawa, T. 1998. Planting trees in an outdoor compound of chimpanzees for an enriched environment. In: Hare VJ, Worley KE editor. *Proceedings of the Third international Conference on Environmental Enrichment*. San Diego: The shape of enrichment Inc p 355-364.

関太郎 , 生塩正義 , 豊原源太郎 . 1970 . 宮島ニホンザル放飼群は植物にどのような影響を及ぼしたか . 野猿 32 : 42-46 .

杉山幸丸 , 岩本俊孝 , 小野勇一 . 1995 . 餌付けニホンザルの個体数調整 . 霊長類研究 , 11 : 197-207 .

Takasaki H. 1981. Troop size, habitat quality, and home range area in Japanese macaques. *Behav Ecol Sociobiol* 9:277-281.

竹元博幸 , 熊崎清則 , 松沢哲朗 (1996) 飼育チンパンジーによる植栽樹の採食にみられる選択性 . 霊長類研究 , 12: 33-40.

Watanuki Y. Nakayama Y, Azuma S, Ashizawa S. 1994. Foraging on buds and bark of mulberry trees by Japanese monkeys and their range utilization. *Primates* 35: 15-24.

放飼場への高木樹種苗木の植栽

蒲谷肇

カニクイザルの放飼場に残存している樹種は、ヒサカキ、サカキ、アカマツと少数のスギなどの少数であった。高木層を形成するアカマツも頂端を食害され、上長成長を阻害された。そこでニホンザルの繁殖地に高木を導入する試みとして、東京大学千葉演習林と愛知演習林の苗畑と林地から成育苗と山引き苗を運び、2004年3月16日に第4および第5放飼場に植え付けをおこなった（写真1-7参照）。

植栽本数は、アブラギリ 17本、イヌマキ 27本（内、愛知演習林分は13本）、クスノキ 14本（全て愛知演習林）、シロダモ 15本、スギ 15本、ヒノキ 17本、ユズリハ 10本の合計 115本である。第4放飼場はアブラギリ 12本、イヌマキ 14本、クスノキ 9本、シロダモ 8本、スギ 10本、ヒノキ 16本を植栽し（図-1）、残りは第5放飼場に植えた（図-2）。

クスノキを除いて、これらの樹種に食害やイタズラによる枝折りが起こるのを予想していなかったが、第4放飼場に植えなかったユズリハを除いて植栽当日に全ての樹種に被害があった。被害率の多い順に並べると、クスノキ 100%、アブラギリ 92%、シロダモ 63%、スギ 10%、ヒノキ 6%である。なお、防風ネットと 22mm パイプで作られた被害防止ネットの 10 設置箇所のうち 4 箇所（イヌマキとクスノキ）に被害があった。被害防止ネットの被害は、ネットで囲う前の被害も含まれているので、被害率が 40% は、被害防止ネットの被害率そのものを意味していない。以上の結果から、高木樹種の導入には、電気柵、物理柵の設置が必須であろうと予測される（表-1、表-2 参照）。

表-1 第4放飼場に植栽された樹種の樹高、ニホンザルによる被害と被害防止ネットの有無

注：2004.3.16 調査、樹高の単位は cm、被害有りは_を記し、対策有りはを記した。また、表の No. は図-1 の植栽番号を表す。

No.	樹種	樹高	被害	対策	No.	樹種	樹高	被害	対策	No.	樹種	樹高	被害	対策
1	イヌマキ	60			24	アブラギリ	55	-		47	ヒノキ	70		
2	アブラギリ	35	-		25	イヌマキ	63			48	クスノキ	87	-	
3	ヒノキ	62			26	ヒノキ	42			49	スギ	75		
4	アブラギリ	40	-		27	イヌマキ	33	-		50	イヌマキ	28	-	
5	イヌマキ	63			28	ヒノキ	55			51	クスノキ	54	-	
6	アブラギリ	40	-		29	シロダモ	66	-		52	スギ	53		
7	アブラギリ	55	-		30	シロダモ	60	-		53	クスノキ	80	-	
8	ヒノキ	45			31	スギ	75			54	スギ	83		
9	イヌマキ	73	-		32	シロダモ	100	-		55	クスノキ	58	-	
10	ヒノキ	70			33	スギ	55			56	ヒノキ	55		
11	イヌマキ	70			34	シロダモ	70			57	イヌマキ	53	-	
12	ヒノキ	43			35	スギ	105			58	シロダモ	55		
No.	樹種	樹高	被害	対策	No.	樹種	樹高	被害	対策	No.	樹種	樹高	被害	対策
13	イヌマキ	53	-		36	シロダモ	52	-		59	クスノキ	65	-	

14	ヒノキ	53			37	スギ	60			60	クスノキ	80	-	
15	イヌマキ	63			38	シロダモ	78	-		61	クスノキ	8	-	
16	ヒノキ	60			39	スギ	70			62	ヒノキ	44		
17	イヌマキ	56			40	アブラギリ	42	-		63	クスノキ	77	-	
18	ヒノキ	52			41	スギ	70			64	イヌマキ	51	-	
19	イヌマキ	70			42	アブラギリ	28	-		65	クスノキ	38	-	
20	ヒノキ	60			43	スギ	43	-		66	ヒノキ	48		
21	シロダモ	95			44	アブラギリ	42	-		67	アブラギリ	30	-	
22	アブラギリ	不明			45	ヒノキ	54			68	ヒノキ	38	-	
23	イヌマキ	52			46	アブラギリ	32	-		69	アブラギリ	45	-	

表-2 第5放飼場に植栽された樹種の樹高、ニホンザルによる被害と被害防止ネットの有無

注：2004.3.16 調査、樹高の単位は cm、被害有りは_を記し、対策有りはを記した。また、表の No. は図-1 の植栽番号を表す。被害はなく、被害防止ネットも施されていない。

No.	樹種	樹高	被害	対策	No.	樹種	樹高	被害	対策	No.	樹種	樹高	被害	対策
1	シロダモ	103			17	クスノキ	89			33	アブラギリ	56		
2	シロダモ	73			18	イヌマキ	66			34	アブラギリ	58		
3	シロダモ	94			19	ユズリ	80			35	スギ	88		

	モ				ハ								
4	ユズリ ハ	30		20	イヌマ キ	110		36	ユズリ ハ	100			
5	スギ	88		21	ユズリ ハ	82		37	イヌマ キ	65			
6	シロダ モ	80		22	イヌマ キ	99		38	ユズリ ハ	97			
7	アブラ ギリ	71		23	ユズリ ハ	123		39	アブラ ギリ	46			
8	シロダ モ	66		24	イヌマ キ	70		40	スギ	96			
9	シロダ モ	34		25	クスノ キ	100		41	ユズリ ハ	138			
10	アブラ ギリ	54		26	イヌマ キ	78		42	イヌマ キ	103			
11	スギ	110		27	ヒノキ	71		43	スギ	97			
12	イヌマ キ	58		28	シロダ モ	58		44	クスノ キ	94			
13	クスノ キ	85		29	ユズリ ハ	100		45	イヌマ キ	70			
14	イヌマ キ	75		30	イヌマ キ	68		46	クスノ キ	115			
15	ユズリ ハ	60		31	ユズリ ハ	56							
16	イヌマ キ	66		32	イヌマ キ	84							



No. 1

東京大学千葉演習林と愛知演習林から運ばれた苗



No. 2

第4放飼場で豊長類研究所技官によって作られた植え穴



No. 3

第4放飼場での植え穴掘り作業

写真-1 植栽前の苗木と第4放飼場への苗の植え込み作業



No. 4

第4放飼場 イヌマキの植栽



No. 5

第4放飼場 ヒノキの植栽



No. 6

第4放飼場

写真-2 第4放飼場への苗木植栽の様子



No. 7

第4放飼場 シロダモのニホンザルによる被害



No. 8

第4放飼場 植栽木に被害を与えたニホンザル



No. 9

第4放飼場 イヌマキのニホンザルによる被害

写真-3 第4放飼場における植栽苗木の被害の様子



No. 10

第4放飼場 被害防止
ネットの設置



No. 11

写真No. 4地点での被害
防止ネット



No. 12

写真No. 3地点での被害
防止ネット

写真-4 第4放飼場における被害防止ネットの設置



No. 13

第4放飼場 アブラギリの
ニホンザルによる被害



No. 14

第4放飼場 ヒノキのニホ
ンザルによる被害



No. 15

第4放飼場 クスノキのニ
ホンザルによる被害（手
前）

写真-5 第4放飼場における被害の様子



No. 16

第5放飼場に植えられたイヌマキ



No. 17

第5放飼場上部の植栽状況



No. 18

第5放飼場に植えられたスギ

写真-6 第5放飼場への苗木植栽の様子(1)



No. 19

第5放飼場に植えられたユズリハ



No. 20

第5放飼場斜面部の植栽状況



No. 21

同上

写真-7 第5放飼場への苗木植栽の様子(2)

金網巻きおよび電柵

熊崎清則

胸高径が20cmを超えるような木はなるべく保存することを目指して、サルが樹皮を齧らないように幹の大部分を金網や電線で保護することを試みた(図1)。これを施した部分はサルの食害を免れているが、高い部分の施工は困難であり、樹木主幹の下部を保護する程度と考えるのが妥当であろう。



図1. 樹木保護のための電線(左)と金網(右)

新たな放飼場形態と動物の管理： 誘導捕獲の観点から

上野吉一・桧垣小百合

1. 新たな放飼場形態の必要性

霊長類は、飼育下で生育したとしても、基本的に野生動物と考えられる。すなわち、交配等の人為的手段により、特定の形質（遺伝、形態、行動など）に変容を加えられていない動物である。したがって、生活環境との関わりにおいては、野生個体と“同様”の要求を示すと基本的には考えられる。動物が環境に対しどのような要求を持っているのか、またそうした要求に対し飼育条件下においてどのように応えることができるのかを検討するのは、動物福祉学の研究領域である。しかし、動物福祉学という視点は非常に新しく、その知識の集積はまだ緒に着いたばかりであり、何をどうすれば良いかが実証的には確認されている例は多くない。一方、動物の福祉に対する関心は世界的に急速に高まっており、霊長類を研究目的で飼育するとしても、その飼育環境はできる限り彼等の要求に応えるよう工夫を試みるものが求められている。したがって、動物福祉の観点からは、有効性が必ずしも明らかにされていないとしても、野性をモデルに想定しさまざまな工夫を積極的に試みることが必要である。

たとえば、飼育スペースを広げることが可能であるならば、できる限り広いものにすべきだと原則的には考える。仮にニホンザルの 10,000 m²の敷地を与えることができたとしても、彼等の野性状態での行動域から見れば、はるかに小さいもの過ぎない（1/50～1/3000）。飼育下ではさまざまな制限があり、現実には広い敷地を与えることはきわめて困難な課題だが、福祉の向上のためには第一に努力すべき課題だと捉えることができるだろう。

従来の霊長類研究所における放飼場は、1区画が平均 680 m²（496～960 m²）だった。第4、5放飼場として、霊長類研究所で新たに設置した放飼場は1区画約 5,000 m²であり、従来のものの約 7.5 倍の広さとなる。また、さまざまな樹木等の植物もあり、変化に富む環境を提示することができる。したがって、動物福祉の観点からは、第4、5放飼場といった新たな飼育形態はより良いものと捉えることができ、研究利用という目的を妨げない限りにおいては、積極的に導入すべきものといえる。

2. 飼育動物の管理

飼育下霊長類のQOL (Quality of Life: 生活の質) の向上、すなわち動物の環境に対する要求に応えるためには、敷地面積を広くすることは有効な方法の1つだと考えられる。しかし、飼育動物、特に研究用動物である場合、豊かな生活環境を提示できれば良いということにはならない。常に適切でかつ細やかな飼育管理がおこなえる状態にしておくことが、福祉を確かなものとするためには不可欠である。また、研究用動物であれば、研究用の必要に応じ任意に各個体を取り扱えるようにしておくことも重要である。福祉を高めるために広く複雑な環境を提示することは、人からの操作を回避する場所を与えることとなり、群や個体の管理という面を困難にする可能性がある。

したがって、動物福祉を向上させるために飼育環境を豊かでかつ複雑にするには、同時に群/個体の管理に関しても有効な方法を確立する必要がある。すなわち、いかに任意に群や個体を操作し、捕獲するないしは捕獲域に誘導するかを考えなければならない。これまでの放飼場での管理は観察を主体としており、基本的に群や個体を捕獲することを前提とせずにおこなってきた。仮に捕獲が必要になった場合は、人手を頼りに群を捕獲域に追い込むという方法を取っていた。しかし、これは多くの人手を必要とする。また、動物に対しても過度のプレッシャーを与えることになり、傷害が発生しやすくなったりと、問題があった。この問題解決のためには、小人数でスムーズに捕獲域に誘導する方法が必要である。すなわち、群ないし個体を人の指示により誘導する訓練である。そこで第4放飼場へ移動させる予定だった若桜B群を対象に、移動前の旧放飼場(第3放飼場)で我々の先行研究で確立した手法をもとに誘導訓練をおこない、第4放飼場への移動後にどの程度その訓練が般化することが可能かを検討した。

3. 旧放飼場

方法

対象個体: 第3放飼場(524 m²)に飼育されていたニホンザル若桜B群を対象として訓練をおこなった(図1)。この群は、オス5個体、メス14個体、コドモ3個体で構成されていた。第3放飼場は、高さ4mのコンクリート壁に囲まれた敷地に、鉄パイプを組んだジャングルジム(約4m)と鉄柱とコンクリートで作られたプラットフォーム(高さ4m、24 m²)が設置されていた。放飼場は室内捕獲域(64 m²)に隣接

しており、ゲートを通じて行き来することができた。観察室は、室内捕獲域の2階部分として設置されていた。ゲートの鉄製スライディングドアは、観察室内で手で操作することにより、任意に開閉することができた。

飼育管理としては、午前10時頃に給餌がおこなわれ、その際に各個体の健康状態等が確認された。給餌内容は、固形飼料（A S オリエンタル酵母株式会社）200g / 個体が毎日、サツマイモ 100g / 個体が週3回（火、木、金）だった。

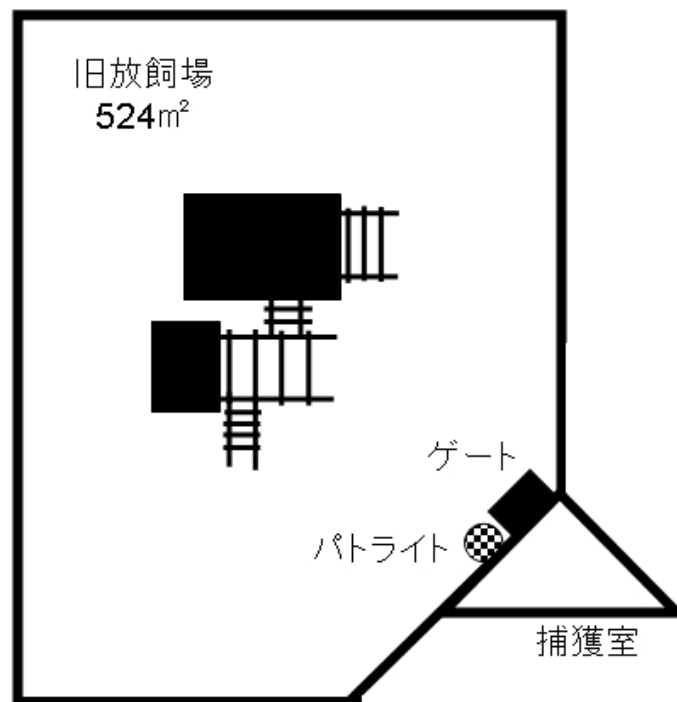


図1 旧放飼場の模式図

訓練手順： 移動開始の手がかりとして、ゲートの真上に設置された赤色回転灯（パトライト）を使用した。パトライトは、ブザー音と光を同時に発することができた。正の強化子として食物報酬（リンゴ 27.2g / 個体、落花生 1.9g / 個体）、負の強化子として人がサルに接近し追い込むことによるプレッシャーを用いた。

訓練では、サルがゲートを通り捕獲室へ移動する行動を強化するオペラント条件づけをおこなった。1回の訓練手順は以下のような流れで構成された。

- 1) あらかじめ捕獲室にエサを散布しておき、誘導者3～5人（平均4人）が放飼

場内へ入った後、あまり動かずに5～15分間（1分単位でセッションごとにランダムに設定）待機した。

2）パトライトを鳴らすと同時にゲートを開け、誘導者はタモ網を手にゆっくりとサルに接近しゲート方向に追い詰めるよう動き、捕獲室内へ誘導した。

3）セッションの制限時間10分経過後、追い込み作業を終了し、パトライトを止めゲートを閉じた。

4）サルを捕獲室に30分間放置した後、ゲートを開け、全個体を放飼場へ戻した。

訓練は、1日1回のみおこなった。誘導率100%を5回連続して達成した後、誘導者の数を2人から1人へと順次減らし、誘導率が100%に維持されることを確認し、10回の訓練を追加した。さらに、パトライトを誘導開始の手掛りとして学習しているかを確認するために、「パトライトを鳴らし、待機している誘導者は追い込みをせず、ゲートのみを開ける」というテストをおこなった。

結果

訓練初回から誘導率は100%となり、その後4回いずれも100%を維持した（図2）。全頭誘導に要した時間は、初回は約6分だったが、2回目以降は1分以内となった。誘導者数を2人、1人と順次減らしていった結果、誘導率は100%を維持し、誘導時間はそれぞれ平均16.8秒、30秒となった。

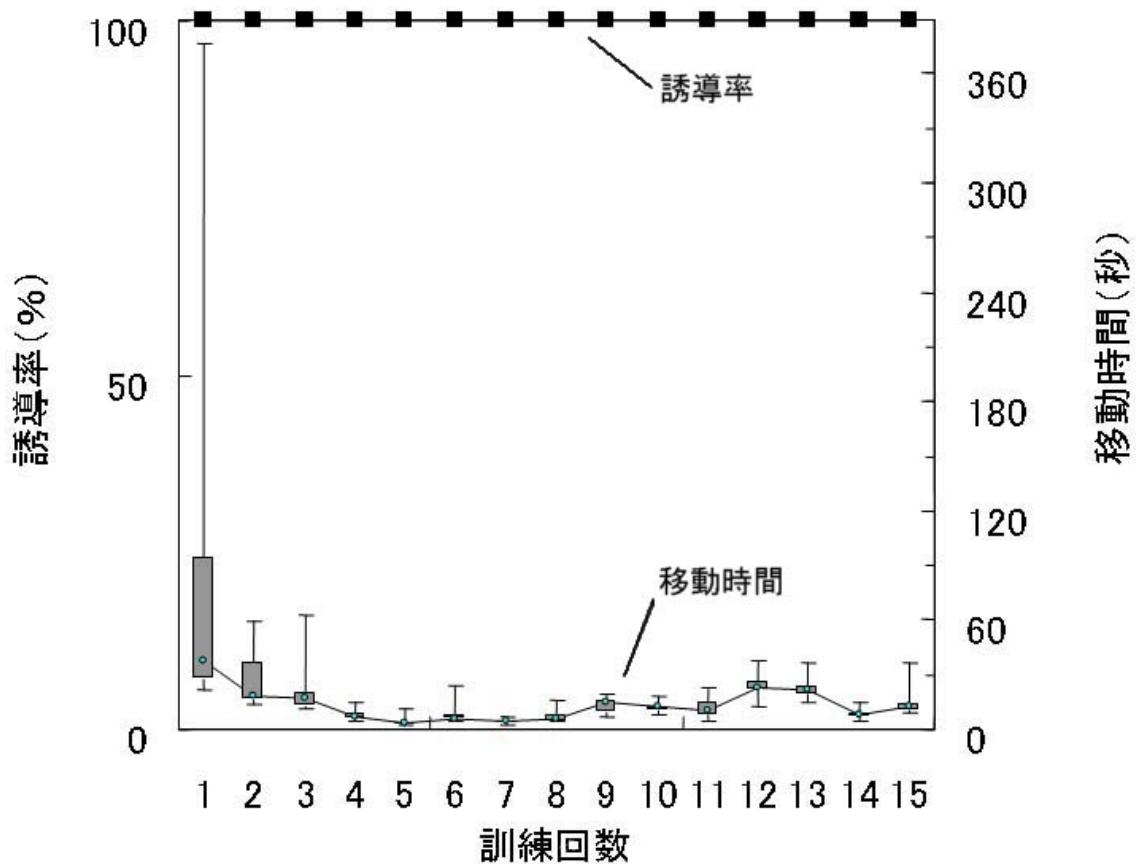


図2 旧放飼場での誘導訓練に伴う誘導率および移動時間の推移

15回の訓練の後、パトライトが誘導の手掛りとなっているかをテストした結果、22秒で19個体中13個体（誘導率68%）が自発的に捕獲域に移動した。

4. 新放飼場

上述した移動訓練をおこなった若桜B群が、2003年9月に第4放飼場に移された（図3）。そこで旧放飼場でおこなった移動訓練がどのように新たな環境で般化するか、また従来に比べ非常に広く複雑な放飼場で移動訓練が可能かを検討した。

方法

対象個体：若桜B群を対象とし、群の構成は上記と同じである。第4放飼場は敷地面積が5,400 m²あり、隣接する捕獲域は228 m²あった。敷地内には樹木等が密生し、さらに鉄パイプで組まれたジャングルジム（約4 m）が設置されていた。給餌は第3放

飼場で飼育されていた場合と同様におこなわれた。

訓練手順：移動開始の手がかりとして、先行訓練に用いたパトライトを使用した。強化子も同様に、食物報酬と人の追い込みによるプレッシャーを用いた。

訓練手順は以下のように構成された。

- 1) あらかじめ捕獲域へエサを散布しておき、8人以上の誘導者が放飼場内に入り、ラインA上にならび待機した。
- 2) パトライトを鳴らすと同時にゲートを開け、誘導者は3分掛けてラインBまでサルを追いながら移動した。
- 3) ラインB上に誘導者が揃った段階で、ラインCまで2分掛けて移動した。
- 4) その後、監督者の指示にしたがい、サルが後方に戻るのを防ぎながら、5分掛けてラインDまで、その後さらに5分掛けてラインEまで群を追い、最終的に捕獲域に誘導し、パトライトを止めると同時にゲートを閉じた。
- 5) サルを捕獲域に30分間放置した後、ゲートを開け、全個体を放飼場へ戻した。

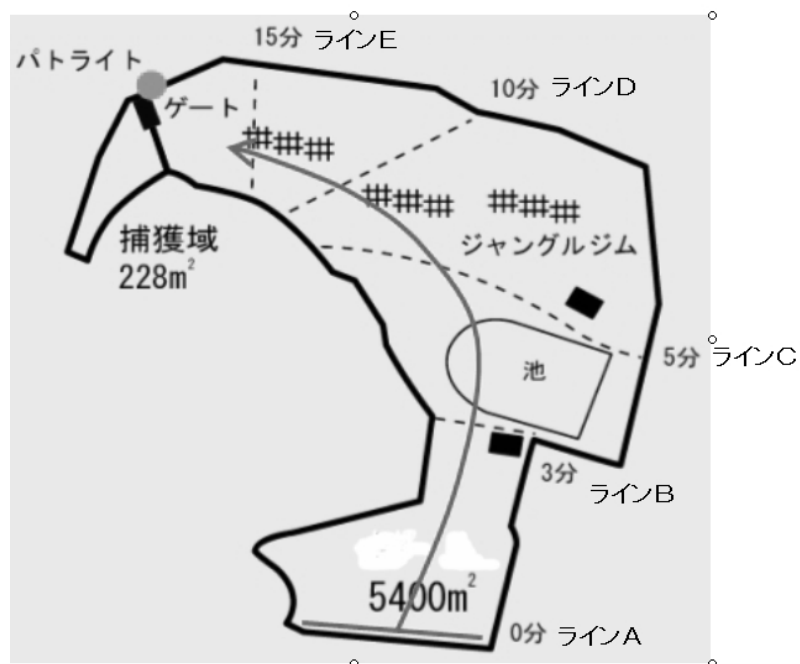


図3 新放飼場の模式図および誘導訓練の進め方

結果

訓練初回は、19 個体中 15 個体（誘導率 79%）が捕獲域に移動した。その後訓練を繰り返すごとに、時間内に捕獲域に入る頭数は減少し（図 4）、5 回目には 9 個体（誘導率 47%）となった。全体としての誘導率は減少したが、訓練時間の 15 分を 5 分ごとに分け見てみると、5 分以内に入る個体数は 2 個体から 5 個体へと増加し、一方 10 以降に入る個体数は 9 個体から 3 個体へと減少した。

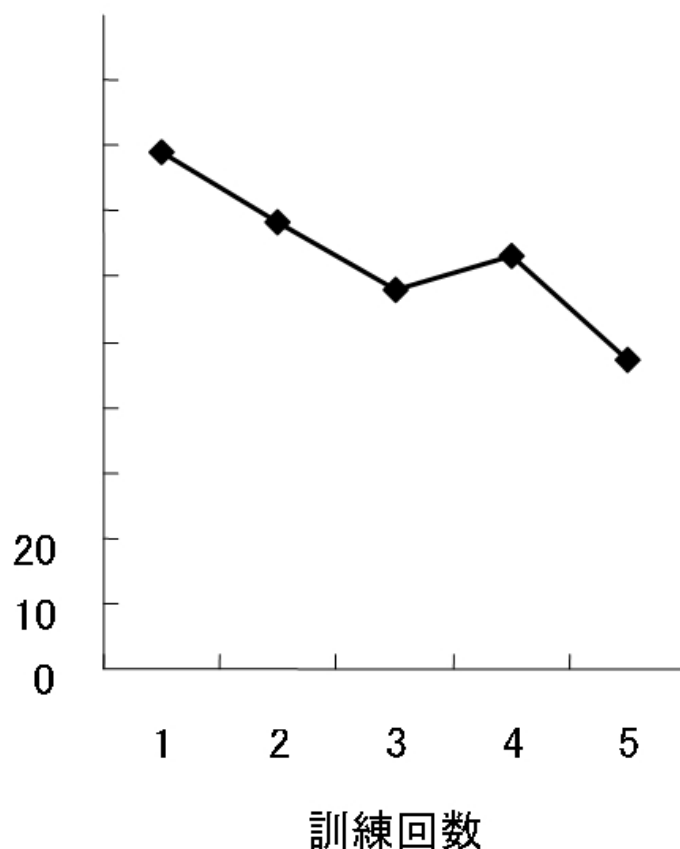


図4 新放飼場での誘導訓練にともなう誘導率の推移

5. 考察

確実に人の手により追い込める環境だった旧放飼場では、パトライトを誘導開始の手掛りとして、わずか3回（3日）の訓練で1分以内に捕獲域に誘導できるようになった。また、10回（2週間）の訓練で、1人で確実に1分以内で誘導できるようになることが、先行研究に続き再度確認できた。先行研究から、回避個体を残したまま各回の訓練を終了する、あるいは過度の時間を要する追い込みによりパニ

ックになる個体を生じさせると、短期間で訓練を完成させることが難しくなることが示唆されていた。したがって、この訓練のポイントは、初めの段階で強いプレッシャー（すなわち大人数で）をもとに確実に捕獲域へ追い込むことにあったととらえることができる。

一方、この訓練の効果が新放飼場への導入の際にどのようにあるいはどの程度般化するかを検討した結果からは、次の3点が指摘される。まず第1点として、初回がもっとも誘導率が高かったことから、パトライトを誘導開始ならびに誘導位置の手掛りとして用いるということは般化したとえるだろう。しかしながら、第2点として、誘導率が回を追うごとに減少したことから、人による追い込みが十分に機能していなかったとえるだろう。このことは、先に述べたことと同様に、人による追い込みを確実にすることが肝要であることを示すと捉えることができる。第3点として、追い込みが十分ではないため学習に個体差が生じ、その結果群全体を誘導できず、捕獲域内に入った個体の行動も非常に不安定となり訓練が効果的に進まなかった可能性が考えられる。

新放飼場での訓練は導入直後であることから、旧放飼場での訓練により手掛りに関する学習が確実だったとしても、捕獲域と設定されたエリアへどこからどのようにして移動し入ることができるかを十分に学習していたとはえない。また、第4放飼場は非常に広くかつ樹木により複雑で見通しが悪いことから、人の追い込みを回避したり忌避したりして逃げ込める余地が十二分に残っている。旧放飼場での人数にくらべ約2倍の人数で追い込みをおこなったが、その効果は十分ではなかった。先に述べた追い込みのプレッシャーを確実にするためには、さらに人数を増やす必要があるだろう。しかし、こうした人手を頼りに追い込むことを基本とする手法では、現実的な実効性を考えた場合、広さを確保しようという環境改善の進め方とは相反するものとなってしまっても考えられる。

以上のことから、新たな飼育形態としての広く複雑さに富んだ環境での飼育管理を考えるならば、事前の訓練を施したとしても、今回試みた手法を用いることはきわめて多くの人手を必要とするため必ずしも現実的なものではないと考えられるだろう。しかし、最初に検討したように、福祉の向上のためにより豊かな環境で飼育することのみを進めたならば飼育管理が難しくなり、また研究用動物としての利用しやすさを損なうことにつながる。また、給餌場所を捕獲域に固定し、採食に来るのを時間を掛けて待ち受け、捕獲域に入ったところでゲートを閉めて数個体ずつ捕獲するという“消極的”な手法は管理を適切なものとするには十分ではない。適切な捕獲法の確立は、作業効率を高めるということ以上に、研究動物としてのサルをより適切に管理する上

で、そして動物に対する福祉と動物の利用の両面の一層の向上を図る上で不可欠である。したがって、今後さらに訓練スケジュールや強化法等の工夫を試み、大人数を必要とする手法に比べ訓練の時間的効率が劣るとしても、任意に誘導できるように小人数で訓練する手法を開発していくことは必須の課題といえるだろう。

捕獲・検査

松林清明

広大な放飼場で適切に研究用サル管理を行うには、必要なとき安全に捕獲できるような構造・方法とする必要がある。一部既述したように、そのために放飼場の一部をパネルフェンスで区切って追い込み区画とし、まずここに追い込んでから接続する捕獲室へサルを誘導することとした。ここは巾が狭いので、サルがフェンスを飛び移るのを防ぐため、全ての樹木を伐採せざるを得なかった。誘導捕獲（上野・檜垣）の稿で述べられたように、サルを条件付けて自発的にこの区画に移動するように訓練できれば理想的だったが、一部のサルは広い放飼場に居残ることが続いたため、実際の追い込みは餌を使った半強制法を採用することとした。普段から追い込み区画内でのみ給餌することを習慣付けておき、捕獲時には全てのサルが入ったのを確認してから出入り口のゲートを閉じて捕獲室の方へ追い込む方法である。

一度区画へ入ったサルが逆戻りしないよう、二つの方式の一方通行扉を試作した。一つは回転ドアを小型にしたタイプ（図 1）であり、もうひとつは斜めになった押し扉タイプ（図 2）である。

回転ドアタイプは円筒状の回転部分を仕切った間仕切りの巾が狭かったので、体格の大きいサルは入りにくい欠点があった。押し蓋タイプは透明な樹脂で作られており、通り抜けようとして押せば簡単に通れるが、完全に通過して蓋が閉じてしまうと、戻ろうとしても蓋自体に指先がかからない構造になっている。開口部が出口方向にやや斜め上向きになっているので、力がかからない状態では蓋の自重によって常に閉じている。しかしながら、先に入った個体が不安を感じて戻ろうとしたときに次の個体が蓋を押し上げると、それを利用して蓋を開けて戻ることがあると予想し、間に 1 m 近い空間のある 2 重扉とした。欠点としては、蓋が透明で向こう側が見えるため、出口付近に順位の高い個体が位置しているときには他の個体は通ることをためらう場合が多々あった。

両タイプとも一定の効果はあったが、一度通過した後に戻れないという経験をする、その後は近づかない個体が多かった。最初から警戒して入らない個体もあり、設計の改良のほか、通常の馴致が重要であると思われた。

追い込み区画に入ったサルが再び放飼場に戻らないよう出入り口をロックした後、数名の職員が区画の中に入ってサルを捕獲室へ追った。捕獲室の中は、追い込み区画との境のスライドドアに接して、数台の個室ケージが横に並べてある（図 3）。こ

これらの個室ケージの左右側面は、開閉できる上下スライド式になっており、上から吊るしたロープで開け閉めできる。各スライド板を上引き上げておいてサルを追い込むと、数頭が個室ケージを連ねた中に入るので、スライド板を操作してサルを1頭ずつ分ける。後は各ケージの狭体板を使ってサルを保定し、必要な作業を行う。採血や検査などが終了したサルは、反対側の出入り口から放飼場に戻す。

広い放飼場で飼育するサルの捕獲に関しては、追い込み区画への誘導と放飼場への逆戻り防止がポイントである。



図1. 一方通行扉（回転ドア式）



図2. 一方通行扉（押し扉式）



図3. 捕獲ケージ

適正な飼育密度

松林清明

第4放飼場には03年8月、第5放飼場には2004年4月にそれぞれ56頭および22頭のニホンザルを放飼した。主に樹木の食害や折損の程度を指標として考えると、章で竹元ら(ニホンザルによる樹皮食害 - 樹皮食の選択性と人工構築物の影響 -)が報告したように樹種による違いが大きい。サカキなどはたとえ頭数がわずかでも嗜好性が高いために集中的な被害を受けた。一方、ヒサカキやアカマツなどは殆どが残っている。このことから、現在の飼育密度(第4放飼場で約56頭/8,200 m²:ただし池面積を除く)では樹種によっては数年後に消滅するものもあることが想定されるが、緑そのものは保存できる見通しが立った。ただ、樹種が単純化することはある程度避けられないと思われる。

水質でみると、4・5放飼場とも規制値をはるかに下回っており、この程度の飼育密度ではサル飼育による排泄物の問題はないと考えられる。また、場内にサル糞便が堆積して残るようなことがないかも調べたが、主に止まり木の下にある程度の量が残る(図1)ものの、それらも順次数日のうちに分解されており、季節要因による変動はあっても、堆積量が毎日累積することはなかった。場内の植物が保存でき、かつ水質の悪化が無ければ、仮に特定の場所に一定量の糞堆積があってもそれを定期的に処理すれば済み、サル飼育密度を左右するのは主として水質と樹木保存であると考えられる。よってニホンザルの場合、4・5両放飼場のような樹種・樹齢構成のケースでは、許容できる飼育密度はおおよそ56頭/8,200 m²であるとする事ができる。



図1. 止まり木下の糞

給餌

熊崎清則・三輪宣勝・千田友和

章で上野・檜垣（新たな放飼場形態と動物の管理：誘導捕獲の観点から）が述べたように、樹木を含む広い放飼場では、サル管理のための捕獲に追い込み区画を用いることが不可欠である。このため、通常の給餌は追い込み区画内で行い、サルを十分に慣らしておかねばならない。また追い込み区画は樹木がないので、毎日の各個体の観察にも有用である。

追い込み区画での採食には殆どの個体が数日で慣れたが、一度捕獲作業を行うと再び警戒心が生まれ、回復には数週間かかる。

予測の及ばなかったのは、サルの餌に対するカラスの大量飛来である。追い込み区画は上空から見通しがきくためか、ここで給餌を行うようになって数週間でカラスの数が増え始め、1年ほど経つと繁殖も増加したか、100羽近い数のカラスが集まるようになった。固形飼料を食べられる損失もあるが、鳴き声や姿が目立って、近隣から苦情が懸念されるほどになった。

これへの対策として追い込み区画のフェンス上に透明のテグス糸を多数張り渡し、飛来の障害物とした。これは功を奏し、追い込み区画に入り込むカラスの数はやや減少した。色の付いた糸だとそこだけを避けて飛ぶことも考えられるが、見えにくい透明のテグスを使ったことで、知能の高いカラスにより強い警戒感を抱かせたと思われる。

しかしながらテグス糸の存在になれてくると、張ってない部分から侵入するカラスもやはり出始め、抜本的な対策となっていない。このため、サルだけが餌を取ることのできる給餌装置の開発やカラスの警戒音声のプレイバックなど、より有効な方策をとる必要がある。

セキュリティ対策

松林清明・前田典彦

二つの放飼場は周囲が雑木林で囲まれ、研究所の建物からも離れていて目が届きにくいので、外部から侵入してフェンスを破り、サルを逸走させようとする試みに対する対策が必要であった。二つの大きな放飼場の周りを更にフェンスで囲うことはコスト面から困難であったので、別の手段で不時の接近を感知し、警報を出すシステムを考案した。最初、赤外線ビーム、ワイヤーセンサーおよび熱感知器の三つの方式を試験した。

これらで放飼場周囲を囲み、そのセキュリティライン全体を細かく分割してゾーン設定した。警報が作動するとどのゾーンで発生したかをセンター棟内のコントロールユニットで表示し、音声でもアナウンスする。同時に、発報した現場ゾーンでは各ゾーンに設置した回転灯が点灯し、音声による警告も発する。あわせて、登録した複数のセンター職員の携帯電話や警備会社に自動通報するシステムとした。いずれもコントロールユニットで設定・解除でき、作動時間を限定することもできる。また、発報の場所と時刻を記録することもできる。このコントロールユニットの操作には専用の認証カードが必要である。

1) 赤外線ビーム(図1)：数十メートルの距離で見通しの利く場所にポールを立て、取り付けた発光器と受光器の間を通過している赤外線が遮られると、発報する装置である。

キジバトやコジュケイなどの野鳥が多い場所であるので、それらの飛翔による感知を防ぐため、それぞれの発・受光器間に走る赤外線ビームの数を、適当な間隔をおいて縦に4本とした。これら4本を全て同時に遮ったときのみ、感知する。これにより、落ち葉や野鳥を感知することはほぼ防ぐことができたが、冬に横殴りの雪が降ったとき、発・受光器の片面に雪が付着して発報したケースがあった。また、ビーム走行空間に下から植物が伸びると常時発報するので、雑草除去などの管理が必要である。コストは中程度である。

2) ワイヤーセンサー(図2)：支持具間に張ったワイヤーに一定以上の引っ張り力が加わるかあるいは切断されたときに発報するものである。ワイヤーは細いため、夜間などでは視認しにくい。知らずにフェンスに近づくとこれに引っかかって、警報が出る仕組みである。感知するには一定の圧力が必要なので、雑草が伸びて押し上げた

程度では問題ないが、樹木の枝が伸びてくると感知する恐れがある。コストがやや高い。

3) 熱感知器：上記2種がいわば線防御であるのに対し、これは動物など体温を持った物が一定の放射角内の有効距離に入るとその赤外線を検知する、いわば面防御のシステムである。コストは安いですが、カバーする範囲を十分に見定めないと隙ができる恐れがある。

現地はノネコやタヌキなどの動物が多い場所のため、これらを検知して発報することが続いた。これら動物が原因であることは、発報時刻が毎晩ほぼ一定であること、よく発報する場所に撒いた細かい土に足跡が残っていたことで推定した。このため、当該場所ではこの方式は実用性が低いと判断し、撤去して上記2種に変更した。



図1. 赤外線システム



図2. ワイヤセンサー

観察

松林清明・三輪宣勝・千田友和

サルの飼育管理で各個体の毎日の観察は必須であるが、樹木の多い広い放飼場はこれを困難にする宿命を持っている。枝葉の茂った部分にいるサルを詳細に見ることは限界があるが、少なくとも一日に一回は全個体を直接目視することができるように、既述の追い込み区画での給餌を原則とした。放飼開始後、この場所に餌をとりにくる個体は日ごとに増えて、2~3週間後には全ての個体を確認できるようになった。

放飼場全体を見渡す広角TVカメラも2基設置し、ビデオ録画も行えるようにした(図1)。



図1. 観察TV

その他の要素

松林清明・熊崎清則

1) 表土流失対策：既述のように追い込み区画はサルがフェンス上端に飛びつくのを防ぐために樹木を全て伐除する必要があったが、数百㎡の面積が露出したため、降雨によって表土が流出する恐れがあった。これに対する対策として、赤土の多い第4放飼場では、近郊の街路樹剪定枝を業者がチップ化したものを搬入して厚さ5～10cmほどに敷いた。

これによって降雨時でも赤土が流出することはなくなったが、チップの敷き厚が厚いほど雑草の種は発芽しにくくなることが分かった。サルが食べるためにもチップを安定させるためにも、草は生える方が望ましいので、チップを敷く厚さは4～5cmに抑えることが肝要だが、地盤が傾斜している斜面ではこの厚さではチップが下方に移動してしまうことがある。また、チップに含まれる樹種によっては、ある時期、雨によってタンニンと思われる成分が溶け出し、池の水を茶色に変色させることもあった。池に放した魚類がこれで死んだりすることはなかったが、念頭に置く必要がある。

2) 行動メニューの豊富化：動物福祉策としてもっとも基本的な重要事項は、草木や水・土のある広い環境で飼育することであるが、固形飼料を給与すると空腹はそれで満たされてしまい、一日の時間の大部分は休息か遊びに費やされることになる。行動メニューが単純化すると、サルは退屈して手近の樹木の樹皮をかじったり、草を引き抜いたりすることが増え、これは放飼場の植生にダメージを与える。

緑を保全するためにもサルが探索行動などに時間を使う機会をなるべく多く与えることが必要である。この目的で、ハイキューブとして市販されている家畜用の干草を時々与えた。サルはこれを手でほぐしながら口に入れ、またかきまわして遊ぶ行動が頻繁に見られた。放飼場飼育に限らず、知能の高い動物飼育にはこのように飽きが来ず、食べることもできる飼料兼遊具を給与することは有効である。

総括

松林清明

1) 新規に利用したパネルフェンスは、サルが登ることもなく、また16年秋に数回襲来した強い台風にも耐えて、問題なく使用できることが分かった。コストが安いこと、大規模な基礎工事が不要なこと、また地盤の傾斜に沿って自由な施工ができることは大きな利点である。耐用年数がどの程度になるかは今後時間が経過してみないと分からないが、

ほぼ実用的な物を考案できたと思われる。

下部半分を金網フェンスとしたことで通風や見通しがよくなり、風圧への耐久度が上がったのみならず、場外からのフェンス越しの観察も容易になった。また、サルの心理面にも好影響を与えたと思われる。

課題としては、市販品は色が白色と緑色の2種類しかないため、やや目立つ点が挙げられる。数千枚という大量購入をする際には、メーカーとの交渉によって希望する色彩（例えば緑色と茶色の迷彩など）で製作してもらうことが可能になるかも知れない。

また今回は地権者の希望により、伐採した樹木を場外に搬出するために重機を入れる必要があったので、フェンス近くの巾5～6メートルほどは切り株も残らない裸地になってしまった。そのために赤土が露出して、一部では降雨時に池の濁りが生じることがあった。

これを防ぐため工事後に牧草の種を蒔いたが、発芽するとサルが好んで食べるのと、一旦裸地化すると晴天時の乾燥と雨天時の表土流出の両方の影響を強く受けるため、なかなか定着しない。現在は表土を少しでも守るために伐った樹木を等高線上に置いて、土留めとしている。

今後は重機を入れないようにし、少なくとも伐採樹木の切り株は残して傍芽更新を期待し、下生えや表土を保存することが必要である。

また、パネルフェンスを外側から見ると、塗装していないパネルの裏面や多数立てられた単管が目立ち、工事現場のような観を呈して美観を損ねている。これを隠すために果樹を植えたが、できればカイヅカイブキのような常緑樹が適当であろう。

2) 植生の状況にもよることであるが、今回の試験に用いた土地のような条件では、樹木を保存しようとするれば1頭当たり約100㎡の飼育密度とするのが限界に近いと思

われる。

それも、めばしい木には金網や電柵を使って保護した上での話である。

木本の保護のためには、樹木以外の高所で休息できるジャングルジム状の止まり木は有効である。しかし、止まり木から手が届く範囲内では、枝先の新芽や若葉がサルに食べられる頻度が著しく高まることは予想しなければならない。

サルが樹皮をかじる行動は、栄養的な要求による可能性もあるが、止まり木に使われているスギ丸太も食べることはしないのに樹皮をかじられることが多いことから、遊びもしくは退屈しのぎの要素を含んでいることはほぼ間違いないと思われる。立ち木をかじられることを少なくするためには、サルたちの一日の行動メニューを豊かにすることが必要であり、その目的で家畜用の干草や木材チップを与えるのは有効であると思われる。

場内の樹木の種類を増やすため、サルの放飼後に、嗜好性が高くないと見込まれた樹種の苗を植栽することを試みたが、これらはほとんどサルにかじられたり折られたりして活着しなかった。新規な物に対する好奇心から、集中しておもちゃにしたものと思われる。また、柔らかい苗木が食欲をそそったこともあろう。サル飼育を開始してのちに新しい苗木を植えるのは、困難であることが分かった。樹木を追加するなら、できればサル放飼前にある程度大きな木を植えることが必要である。

今回、東大演習林の方々の調査により、4・5放飼場の植生や気象、土壌動物などの特性が明らかになった。日本モンキーセンターが30年近くもの間サル類の放飼を継続した第4放飼場の植生は、ヒサカキなどの低木が主勢となり、日光を遮る高木が殆ど無いために林床植生や土壌動物の相が大きく異なるなど、サル飼育による影響が典型的に現れている。

一方、コナラなどの高木の樹冠によって林床が暗い第5放飼場が、サル飼育によって今後どのような変化を蒙るのか、長期的な追跡調査と評価が必要となろう。また、詳細な気象観測データは、霊長類研究所におけるサル飼育環境などの基礎的な資料となる。

土壌動物や水文を含む森林生態学の専門家である東大演習林によって得られた多数のデータは、サル飼育に関しても重要な資料であり、今後を活用していきたい。

3) 排水管理：第4放飼場は自然の湧き水があつて、オーバーフローした水は常に場外の水路に流れ出ているが、サルの飼育後1年経っても、測定した全項目で基準値を大幅に下回る数値であった。第5放飼場は可能な限り場内で雨水を循環・浸透させる設計としたが、最下部の池の水位がオーバーフローしたのは、大きな台風のとき1

回のみであった。

通常は循環中に次第に水量が減少するため、水道水を適宜供給して補充した。この池の水質もCODを継続的に測定したが、基準値を上回ることにはなかった。もちろん、水面にサルの糞が浮くようなことは全くなかった。放飼場内に大きな調整池を作るか、小さな池を複数作ってある程度の総湛水量を確保し、1頭当たり100㎡ほどの飼育密度に留めれば、水質が悪化することは避けられる見通しが持てたと言える。

4) サル捕獲：捕獲室に隣接する放飼場部分に数百㎡の追い込み区画を設けたのは必須であった。問題はここへの追い込みで、一方向扉を試作したがサルに警戒され、改良の余地がある。扉の構造のみでなく、サルが警戒せずに通過するような動線を作ることが必要である。

5) セキュリティ：サル自身が逸走する問題と、外部からの侵入者がフェンスに工作をしてサルを逃がそうとする問題の両面がある。前者はフェンスの構造やフェンス付近の樹木管理で対応が比較的容易であるが、後者は意図的な人為であるだけに相当の困難を伴う。

台風や大雪の際には、フェンス付近の木の枝が折れたり、木そのものが倒れこんだりすることがあり、早めの見回りが不可欠である。

ハード面では、丈夫なフェンス構造と警報システムの充実が現実的であろう。これと組み合わせて警備会社による巡回が有効である。

6) 保守：今回の中心課題となった新型フェンスの開発では、ほぼ目的にかなう材料・工法を見つけることができたが、これの耐用年数は未知数である。パネル部分はサルが直接接触することはないので、雨風による自然の腐食に注意していればよいが、下半分の金網部分は、亜鉛めっきと塗装を重ねているとはいえ、特定部分をサルが集中してかじったりすると、早期に錆びることもあり得るだろう。また、地中に打ち込んだ単管の腐食は目に見えないため、時々ゆすってみるような点検も必要になる。見回りを頻繁にして、危険な部位を早く発見して補修することが大切である。市販品の組み合わせであり、簡易な工法なので、補修そのものは比較的容易であると思われる。

謝辞

サルのように知能が高く、器用さと強い腕力を持つ動物を安全に飼育するには、万全の脱出防止構造が不可欠である。同時に、動物福祉に関する最近の世界的な関心の高まりに応えられるよう、飼育施設はすぐれた環境を有することが必要である。今回の試験的研究は、この二つの課題を克服するために先進的な放飼場飼育の設計・運用を試したもので、関係者のご協力により、十分実用的な成果を挙げることができたと自負する。本研究は何より、樹木や山地の専門家である東京大学愛知演習林との共同研究として取り組むことができたことが大きな鍵であった。芝野林長はじめとする東大演習林スタッフの方々に深甚なる感謝を捧げたい。

また、サルの飼育や訓練、捕獲などの実務およびデータ収集・解析に当たってくれた霊長類研究所人類進化モデル研究センターの職員諸氏にも厚くお礼を申し上げる。中でも、豊富な経験を生かしてフェンスの設計から放飼場全体の構成、工事の仕上げにまで中心的な役割を果たした同センターの熊崎清則技官は、プロジェクトの成功を導く大きな存在であった。特に記して深謝する次第である。

本研究は、遂行に必要な経費を特別に措置して頂いた文部科学省研究振興局のご高配による。また、プロジェクト推進を裏で支えて頂いた茂原所長および福井事務長（当時）にお礼を申し上げる。本報告書編集作業に当たってくれた当センターの竹元博幸研究員の労を多としたい。

松林清明