

4-11 都市－里山循環系を構成する要素（ファクター）の数値化

松井春夫（(財)科学技術交流財団）

1. 緒言

21世紀には、都市とその空間に居住する人間社会、それをとりまく自然環境およびその空間で生活するあらゆる生物相がどのように調和をとりつつ共生していくのか、ということが大きな課題になるものと考えられる。この課題を解決していくための一つの有効な手段として循環型社会の構築が考えられる。私たちは、平成12年度、研究課題「里山の利用と管理手法の研究」に取り組んだ。研究開発を遂行していくための基本方針として、まず、循環型社会を構築していく上で「里山」と呼ばれる日本古来の伝統的なエリアが果たす役割の解明と、里山－都市間の空間における人間、動物、生物、大気、水などの間にどのような関連性があるのかを可能な限り明らかにしようとした。続いて、共生を可能にしていくための「循環型」がどのようにしていけば構築できるのかを模索し、循環型を可能にするための里山の利用をはじめ、最終的には、新世紀にふさわしい持続可能な里山の管理手法を提案することを一つの大きな目標としている。

2. 都市－里山間を移動するもの

都市－里山間を移動するものについて、その主なものを列挙すると次のようなものが考えられる。

都市から森へ

主な化学物質：CO₂、SO_x、NO_x、炭化水素などの有機物質

廃棄物：（車、タイヤ、電気製品、プラスチック製品、ガラス製品、畳、犬；以上里山を歩いて検証したもの）

人（森への移動）：リラクゼーション、自然への回帰、森での収穫物の採取、環境教育など

熱：拡散反応

森から都市へ

主な化学物質：H₂O（大気、河川、地下経由）、ミネラルなど

生産性木質資源：樹木から収穫される諸物質

食物：果実、きのこ類など

里山資源（資源と呼んでいいのか議論のあるところであるが、現実

に里山から持ち出されているもの）：土、岩石

熱：拡散反応

都市－里山間を移動するものを列挙してみると、明らかに一つの特徴が浮かび上がってくる。それは、里山から都市へと移動するものは、すべて人間社会にとってプラスのファクターとなるものばかりである、という事実である。一方、都市から里山へ移動するものは森にとってマイナスファクターとなるものが多いことに気づく。都市近郊にある里山は都市住民にとって都合のいい廃棄物の捨て場、自分の生活に必要なものの調達の間になっている一面が見られる。「循環型」を完成させるためには、このマイナスファクターをどのように解決し、森の重要性を認識していくかが最大の課題である。

本年度は、これらのファクターの内、重要な二つの要素にフォーカスを絞り、都市－里山循環系を構築する構

成物質の持っている能力や作用を数値化することを試みた。森—都市循環系の中で一つの大きなファクター(マイナス効果)を占めるものに酸性降下物がある。写真1および図1に示したように、ヨーロッパではほぼ全地域にわたって、主に都市における人間社会の活動によって生じた酸性降下物の森への負荷によって樹木が被害を受け、山が消滅したケースも見られる。一方日本では、足尾銅山近辺で起こった強酸性雨によるとみられる森林地帯の樹木被害を除けば、このような酸性降下物による急速な森林被害は、まだ少ない段階と認識している。しかしながら、他山の石とすべき日本の現状を見ることができる。名古屋環境保全局測定の名古屋市内におけるここ15年ほどの降雨水の平均pHはpH5前後を示し(図2)、明らかに酸性雨が降り続けている現実がある。酸性雨は一般的には雨水のpHが5.6(大気中のCO₂のみが雨に溶けたときのpH)以下を指す。筆者は、自然発生の他の酸性物質も大気中には存在するのでpH5.0以下の雨が酸性雨である、と認識している。

本プロジェクト研究は、森そのものが永続的に存在するための管理手法の研究が一つの重要な課題である。そこで、第一に、酸性降下物を対象とし、森の酸性物質を中和する能力がどれくらいであるかを、森の構成物質が持っている酸中和能力を測定することで数値化することを試みた。我が国では、公的機関を中心に、酸性降下物に対してはかなりの監視と計測がすでに継続的に行われている。一方、これらの物質が負荷される側の森においては、主に森林研究に関連する研究者達によって研究が続けられているが、まだ、酸性降下物に対処する方法や森の衰退と酸性降下物との因果関係については解明されていない点が多い。現在のところ、森の健康度を調べる計測マニュアルはない。このような現状にかんがみ、森の健康度測定法としてマニュアルの作成とモデル林として実験可能な森において、その森の酸中和能力を測定するための実験を行った。

第二に、都市と里山の循環系を考える時、都市のヒートアイランド現象を緩和する働きとして、森の存在が大きな意味を持っていると言われている。しかし、現在のところ、それを数値化し、どれほどの効果を持っているのかについては不明である。

このことに着目し、湿度と温度は相対的であることから、森と都市における大気中水分の変化と分布を測定することによって、クールアイランドとしての森の存在意義を数値化して示すことを試みた。

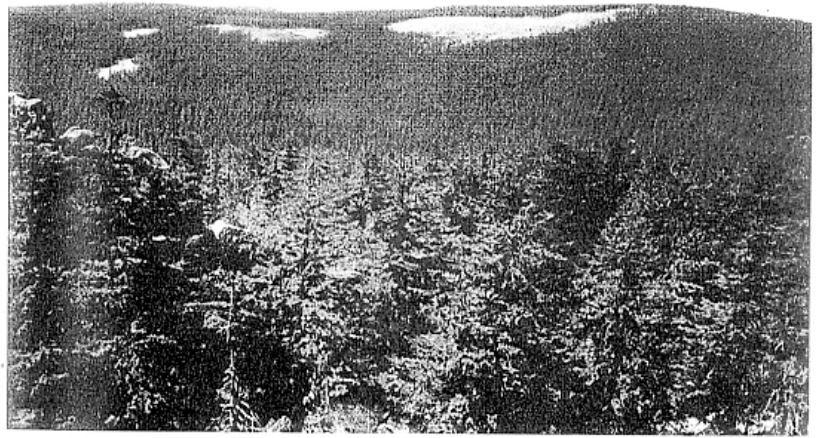
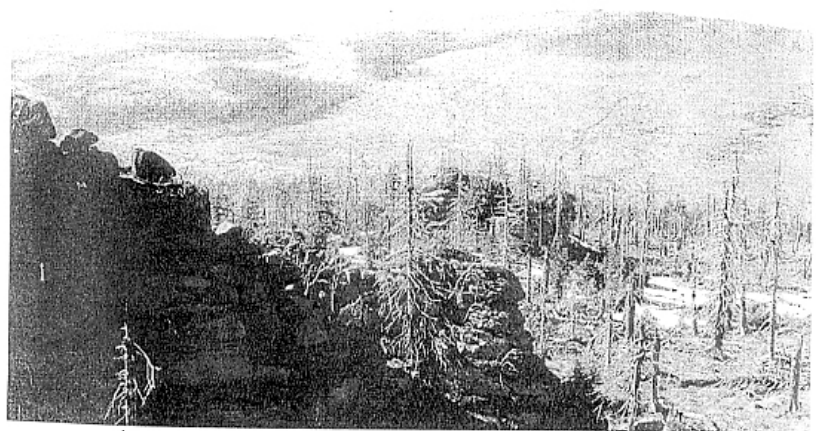


写真-1 酸性雨による森林の消滅(チェコ、ジゼラ山)²⁾



The view from the Jizera (1122 m a. s. l.) in 1976 (upper part).
The identical view in 1995 (lower part).

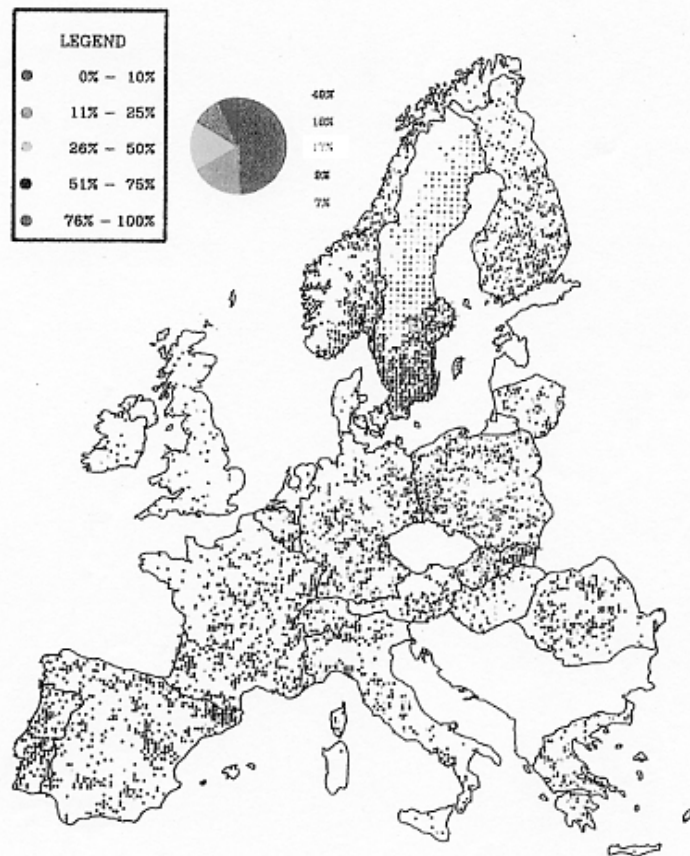


図-1 ヨーロッパにおける酸性降下物による森林被害 (1992年)¹⁾

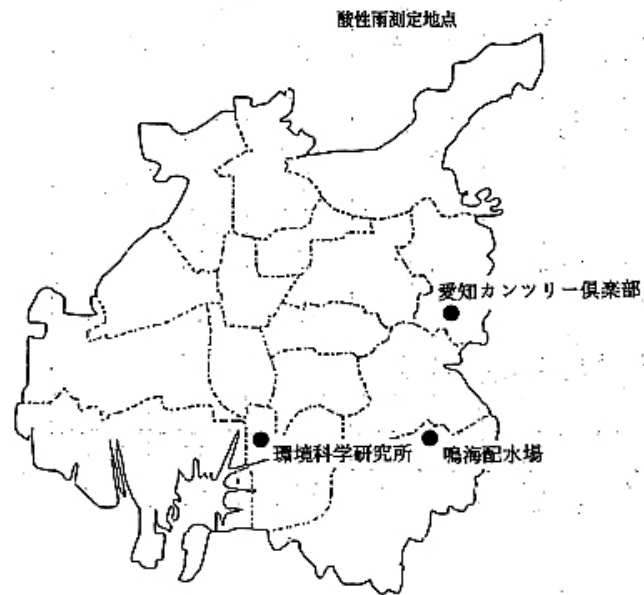
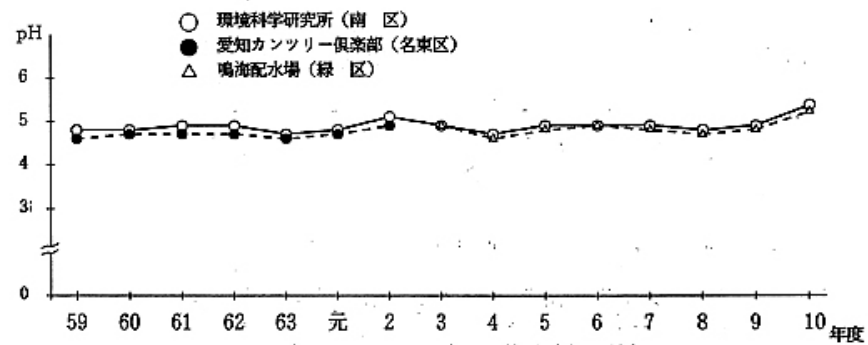


図-2 名古屋市市内における雨水のpH経年変化³⁾

3. 研究方法

3.1 里山への酸性降下物の負荷

循環型社会の構築の前提として、最初に物質の循環というものを考える必要がある。循環とは、まず出発点があり、あるものがその出発点を出発してその終点としてまた同じ出発点にもどってくる必要がある。次に、ではその出発点はどこか、と考える時「森」こそがその出発点に最もふさわしい場所である。従って、森が消滅するというような事態になれば、循環そのものが成立しないことになる。私たちが目指している持続可能な里山の管理手法の中で、一番大切な部分は、酸性雨や乾性の酸性降下物が里山に降り続ける現実に対応しつつ、それでも樹木が枯れることなく、森が持続していくための手立てを講じることである。そこで、実験モデル林であるフォレスタヒルズ（豊田市、約76ha、以下FHと略記）が現在どのような状態になっているのか、すなわち、酸性降下物緩衝能力（または酸中和能力）がどれくらいあるのか、を調べることにした。

3.2 里山診断の新しい試み

酸性雨が間断なく降り続けている現状から考えて、将来日本でも乾性降下物も含めた酸性降下物の影響による森林樹木の被害が懸念される。森の酸中和能力がいずれ限界に達することが予測されるからである。森の本来持っていると考えられる酸中和能力を測定するためのマニュアルは今のところ確定したものはなく、一つの大きな研究要素となっている。当研究室では森の持っている酸中和能力は、下記式で示されるようなものではないかと考えた。

森の酸中和能力

$$\begin{aligned} & n \\ = & \sum_{X=1} f(X) = f_1 (\text{土壌によるもの}) + f_2 (\text{土壌溶液によるもの}) \\ & + f_3 (\text{リター層の有機物質によるもの}) + f_4 (\text{土壌中の有機物質} \\ & \text{によるもの}) + f_5 (\text{木の根の持っている能力}) \cdots \cdots + f_n \end{aligned}$$

すなわち、木の周囲の環境を構成しているものの酸緩衝能力の総和が森の酸中和能力であると考えた。これらの構成要素はすべてがプラスに働くかどうか、見極めていかなければならない課題である。以下このマニュアルに従って、森を構成する物質の個々について、その酸中和能力を測定した。酸の中和に一番に大きく力を発揮しているものは何かを考えると、一番は、木が成長している根圏の土壌ということになる。出来るだけ純粋な（土壌の中に当然含まれている有機物質を除いた）土壌を取り出し、まず f_1 の値を出すことを試みた（写真2）。

3.2.1 土壌の酸中和能力

世界各地で起こった、酸性雨や酸性降下物が原因とみられる森林樹木の枯死や衰退現象を検証する時に、常に議論となるのが森の林床土壌との関連性である。日本では、もうかなり長い間酸性雨が降っているにもかかわらず、森林衰退現象があまり見られないのは何故か、との疑問も提起されている。モデル林であるFHの林床土壌の酸中和能力を測定するに当たって、まず典型的な我が国における岩石の資料を各地から取り寄せ、その酸中和能力を測定した（写真3）。土壌は岩石が風化して出来上がったものである。従って、各種岩石の酸中和能力を測定しておけば、その値は酸中和能力の最大値を示すはずである。

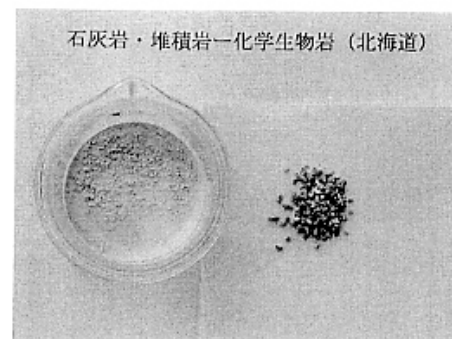
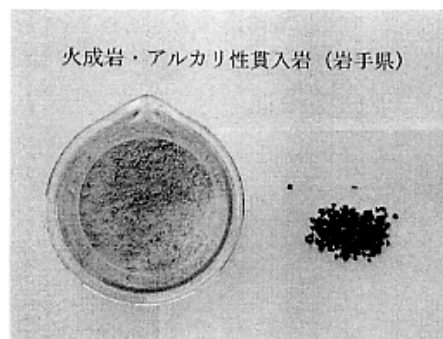
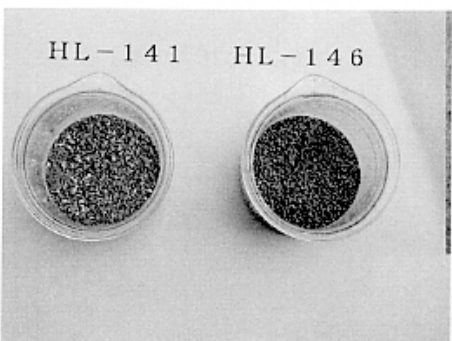
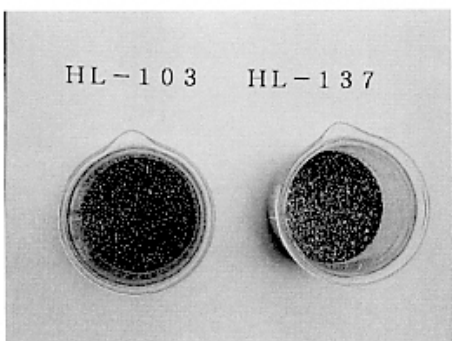
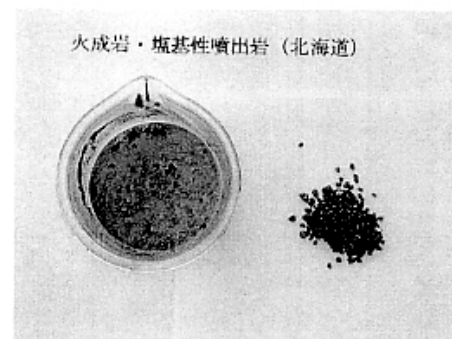
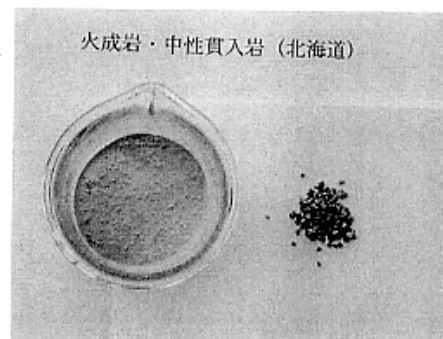
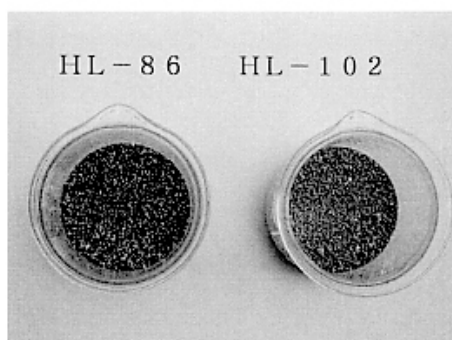
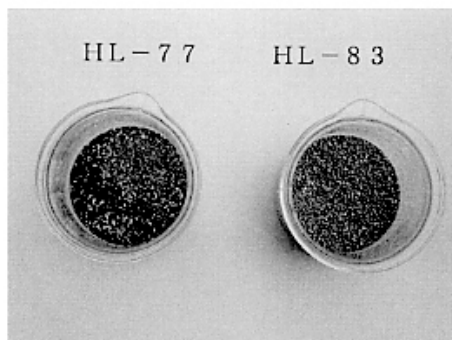
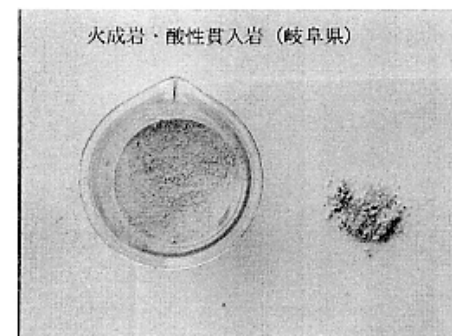
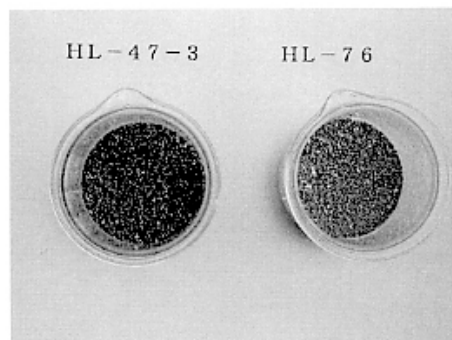
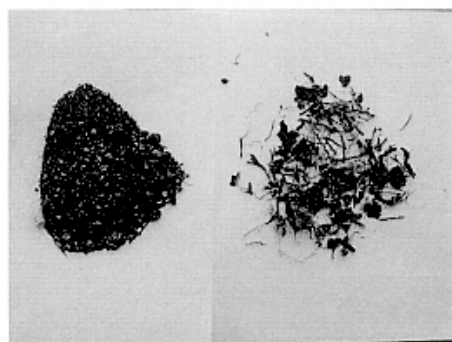


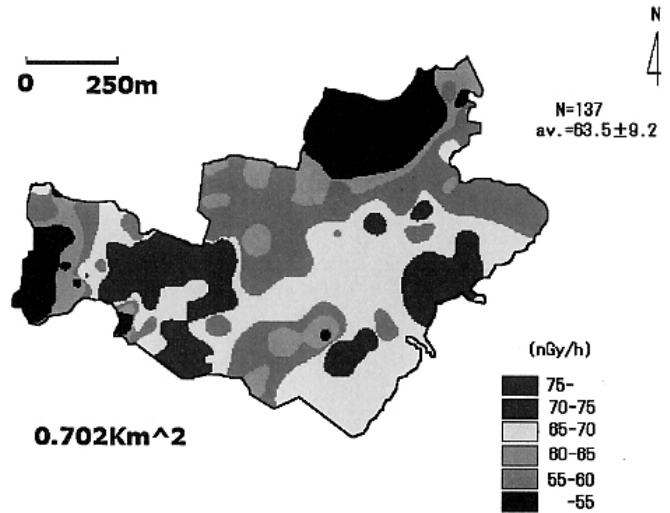
写真-2 フォレストヒルズ (豊田市) の土壌サンプル

写真-3 日本各地の各種岩石サンプル

3.2.2 林床の放射線測定

私たちは里山のモデルとしてFHを対象としているが、標準的な森の診断方法を確立していく上で土壌分析を行う際に、森の中のどの部分を分析して森全体の土壌特性を把握するか、という問題がある。林床土壌の構成は森が形成された永い歴史の上に成り立っており、その森特有のものである。全く同じ林床構成の森は有り得ない。そこに統一的な林床土壌の分析方法を確立するためには、合理的な工夫がなされなければならない。私たちは地表γ線（林床から放射されるγ線）を測定する森を診断するための土壌採取場所決定方法を考案し、モデル林に応用した（特許申請準備中）。図3にFHの放射線の分布を示した。この図はFH内137個所の測定データに基づいて作成したものである。測定されたものは地表から30cm、までの土壌中に含まれる天然放射性核種（ ^{238}U 、 ^{232}Th 系列、および ^{40}K ）に起因するγ線であり一度測定しておけば当分は大きな変化のない値である。土壌は岩石が風化してできたものであり、これらの値は地質に依存している。森の地表γ線レベルの分布図はその森の地質の分布を投影したものと見える。従って、異なる地質の場所からサンプルを採取して、酸緩衝能力を測定すれば、その森の持っている酸緩衝能力の現状をほぼ把握できるものと考えられる。

図-3 フォレスタヒルズの放射線レベル



松井、松田 (2000.5.10-11)

3.2.3 FHの土壌の酸中和能力測定実験 (f₁)

図3に示したFHの放射線分布図を参考に、値の異なる各所から土壌を採取し、酸中和能力を測定した。

3.2.4 落葉落枝の酸中和能力測定実験 (f₂)

FH内より落葉落枝を採取し、その酸中和能力を測定した (写真4および写真5)。



写真-4

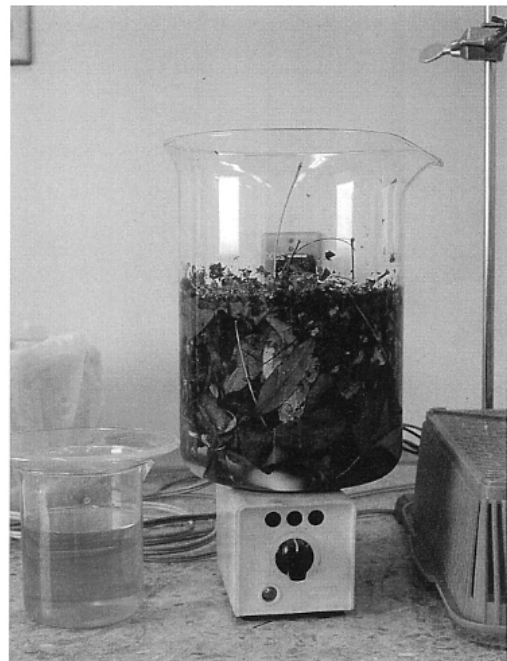


写真-5

3.2.5 土壤溶液の酸中和能力実験 (f₃)

FH内の10箇所にて、林床より深さ約30cmの所の土壤溶液を採取し、溶液の酸中和能力を測定した。

3.2.6 FH内の腐植層の酸中和測定実験 (f₄)

FH内の林床より腐植層のサンプルを一部採取したが、本年度はその分析実験を行うまでには到っていない。

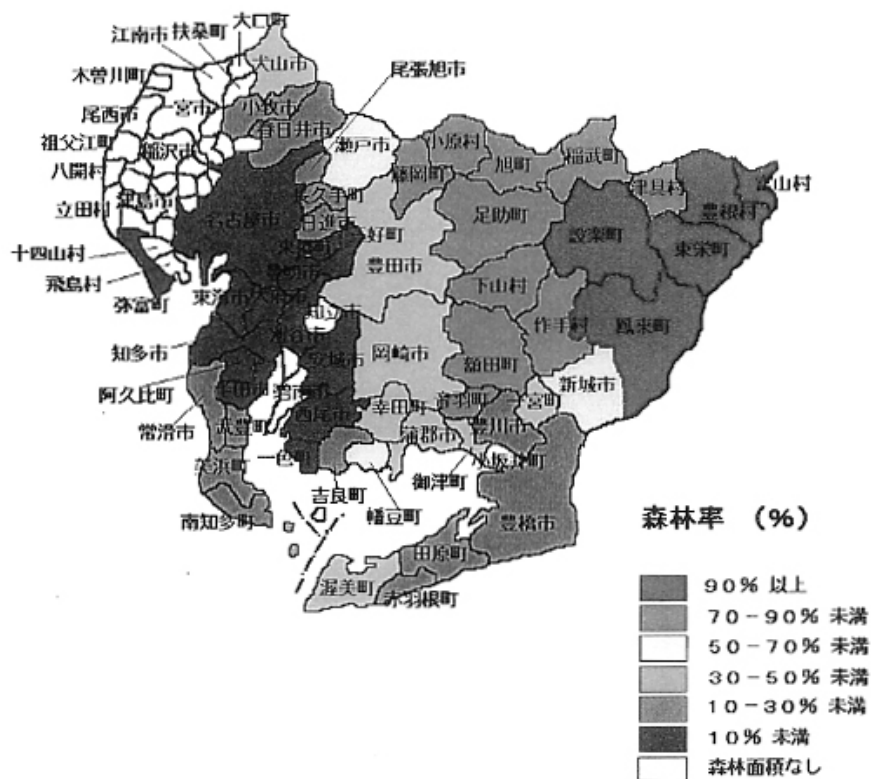
4. 愛知県内の大都市、中間都市、里山、奥山における大気中の水分分布

4.1 愛知県における都市、里山、奥山の分布と森林率

図4に愛知県における森林現状図を示した。この図からも分かるように、愛知県は中部から東部に森林が集中し、西部と渥美半島北部に大都市が集中する、他県とは異なった特異な環境下にある。森林率は42.9%であり、全国平均の66%に比較して約2/3の数字を示し、森の少ない県である。しかし、このような森林地帯と都市地帯の比が約1:1に近く、森林は森林、都市は都市としてかたまっていることは、大気中の水分測定には好都合である。すなわち、奥山（東部）、里山（中央部）、中間都市（中央部）、大都市（西部）の4点において、大気中の水分測定を行って比較すれば、水分濃度の傾斜が測定できると考えられる。このような考えのもとに、測定地点として、図5に示した9箇所の地点に簡易測定器を設置し、温度・湿度を測定した。

図-4

愛知県森林現状図





5. 実験結果と考察

5.1 土壌の酸中和能力

土壌の酸中和能力を測定する前に、前に述べた理由などにより、日本各地の代表的な岩石の酸中和能力を測定した。表1に15種類の岩石資料の酸中和能力、岩石の発する放射線量⁴⁾、粉末にして水に溶かした時の水素イオン濃度を示した。表1に示された岩石の酸中和能力は、土壌の酸中和能力を論ずる時、森の構成土壌が示す、最高の値であり、人為的なものを森に持ち込まない限り、これより高い中和能力を示すことはない。岩石の種類を表す時に使用される「酸性」、「中性」、「アルカリ性」という言葉は、実際の酸性、アルカリ性とは少し意味が異なるので注意を要する。表1のpHの値からも分かるように、墜墮貫入岩といっても、それを粉砕して水に溶かしたものは、中性またはアルカリ性である。岩石で用いられる酸性、中性、アルカリ性とは、岩石に含まれるSiO₂の濃度に依存している。すなわち、SiO₂含有率が、45-52%のものを塩基性、52-66%のものを中性、66%以上のものを酸性と表現している。表1に示した実験結果より、次のことが明らかとなった。

- 1) 酸性岩と呼ばれるものは酸中和能力が低い。
- 2) 石灰岩は岩石の中で酸中和能力が最大であり、その能力は桁違いに大きい
- 3) 中性岩、塩基性岩は酸性岩よりも酸中和能力が高い。
- 4) 岩石を粉砕し、水に溶かしたものは、すべて中性、アルカリ性を示す。
- 5) 花崗岩の放射線量は他の岩石に比較して高い。

表－１ 日本における代表的な岩石の酸中和能力

出土		線量率 (nGy/h)	pH (H ₂ O)	酸緩衝能 (μ gH+/g-soil)
火成岩－酸性貫入岩				
1	複雲母花崗岩（深）（愛知県岡崎市常磐町）	63.8	8.65	7
2	黒雲母花崗岩（深）（岐阜県恵那郡蛭川村田原）	174.6	7.15	7
3	角閃石花崗岩（深）（香川県綾歌郡満濃町）	120.2	8.70	7
火成岩－中性貫入岩				
4	閃緑ヒン岩（半深）（北海道目梨郡羅臼町）	59.2	8.05	52
火成岩－中性噴出岩				
5	古銅輝石安山岩（火山）（香川県善通寺市碑殿町）	59.7	7.30	410
6	鱗珪石単斜輝石安山岩（火山）（熊本県熊本市島崎町石神山）	44.6	8.15	48
火成岩－塩基性貫入岩				
7	斑レイ岩（深）（愛知県新城市雨生山）	0.9	7.77	35
8	斑レイ岩（深）（福島県田村郡小野町）	13.3	8.49	264
9	斑レイ岩（深）（愛媛県室戸市室戸岬）	4.0	8.23	289
火成岩－塩基性噴出岩				
10	粗粒玄武岩（火山）（北海道根室市花咲岬車石）	46.4	9.27	377
火成岩－超塩基性岩				
11	クリソタイトル蛇紋岩（深）（北海道富良野市野沢山鉦山）	—	9.35	1,320
火成岩－アルカリ塩基性貫入岩				
12	ケンタレン岩（深）（岩手県二戸郡一戸町島越）	72.3	7.65	87
堆積岩－化学生物岩				
13	石灰岩（北海道上川郡当麻町）	22.4	8.63	12,600
14	石灰岩（大阪府高槻市出灰）	5.0	8.30	19,800
15	石灰岩(古生代)（山口県美弥郡秋芳町）	3.8	8.03	16,000

また、岩石の種類とその岩石が出す放射線量との間には傾向が読み取れる。花崗岩のような酸性岩は他の岩石に比較しておよそ2, 3倍線量率が高い。塩基性岩は中性岩に比較して線量率が低い。石灰岩は桁違いの酸中和能力を持っているが、他の岩石に比較して線量率は低い、などである。

FHの放射線レベルは平均値 $63.5 \pm 9.2 \text{ nGy/h}$ である。この値は、FHと比較するために測定した愛知県認定里山201-1（平均 $30.8 \pm 11.7 \text{ nGy/h}$ 、豊橋市馬越、131ha、図6）、同204/206（平均 $29.6 \pm 8.2 \text{ nGy/h}$ 、瀬戸市下半田川、246haの一部、図7）の約2倍の値を示している。また、愛知県全体の既測定平均値 $39.1 \pm 6.7 \text{ nGy/h}^{(5)}$ 、から考えてもハイレベルである。これらの実験結果から、モデル林としたFH一帯は、花崗岩を母体とする土壌から構成される県下でも有数の放射線レベルの高い地域に位置することが明らかとなった。なお、環境放射線と呼ばれるものは、宇宙線と呼ばれる宇宙からくる放射線と地質構成物質から出てくる放射線を合計したものであり、このような放射線は生物誕生以前の地球形成の歴史とともに存在するものである。従って、放射線レベルが高いといっても、まったく安全なレベルの値である。

図-6 里山201-1における放射線レベル

弓張山系宮西古墳の森

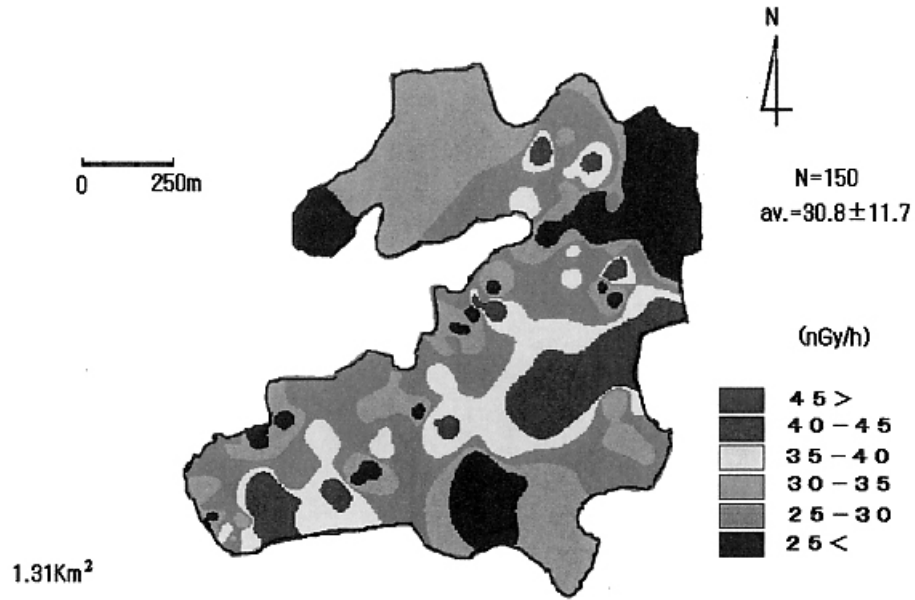


図-7 愛知県認定里山204/206 (瀬戸市)における放射線レベル

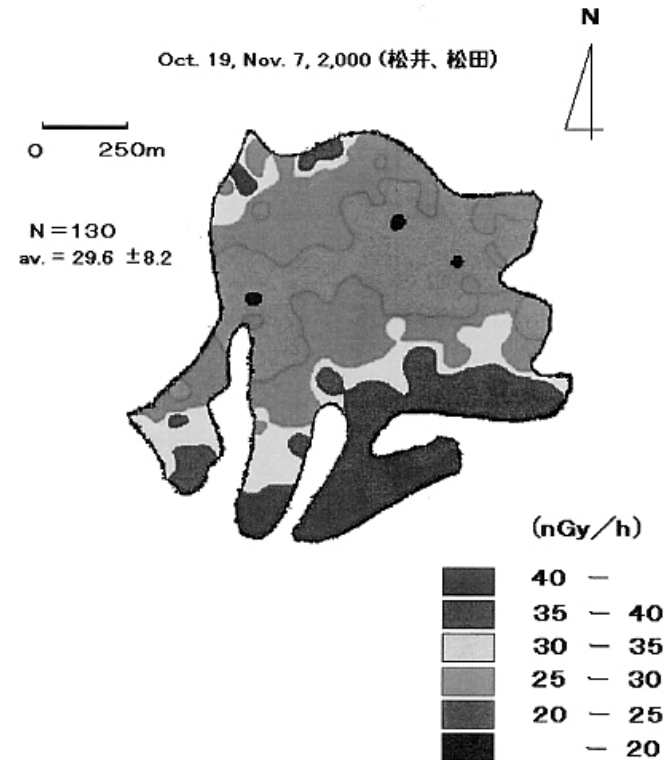


表2に、FH内土壌の酸中和能力測定結果を示した。実験結果から次のようなことが明らかとなった。土壌浸出液の酸性度から明らかなように、FH内の土壌はかなり酸性となっており、水による浸出液はそのほとんどがpH5以下の値を示している。これらの値は酸性雨（pH5.0以下）よりももっと強い酸性であることを示し、15年以上にわたるこの地方への酸性雨の降雨によってすでに森の林床は酸性降下物をかなり中和してきた結果であることが出来る。構成林床土壌の違いにもかかわらず、FH全体の土壌の酸中和能力は比較的狭い範囲の値になっていることが特徴である。これらの結果は、構成土壌の違いによる緩衝能力の差はすでにそれほど大きくない状態に達しているのか、他の里山土壌と比較して確かめる必要がある。いずれにしても、FHの森の林床土壌はかなり酸性になっており、将来樹木の生育に影響を与える可能性が高い。しっかりと管理していくことが重要であると考えられる。

表-2 フォレスタヒルズの土壌の酸中和能力

サンプル No.	酸中和能力 ($\mu\text{gH}^+/\text{g-soil}$)
1	6.4
2	6.3
3	6.0
4	6.0
5	6.3
6	5.8
7	6.2
8	6.3
9	5.3
10	6.3

5.1 落葉落枝の酸中和能力

自然乾燥した落葉落枝55gをpH2.2-2.3のHClO₄溶液2Lと攪拌した。溶液のpH変化を図8に示した。96時間後の溶液のpH値より、落葉落枝1gが中和したH⁺量を求めた。結果を表3に示した。落葉落枝は森の構成物質の中では、これまで測定した森の構成物質の中では一番大きい値を示した。表3に示した値には、ばらつきが見られるが、原因は、試行錯誤で行った測定法に原因があるように思われる。つまり、酸の中和能力を測定するときには、pH2.0-pH2.5の範囲にある強酸性の溶液を用いる方が、より正しい値をえられることが分かってきた。pHが2.5より大きい溶液で実験を行うと、物質がもっている酸中和能力が小さな値として測定されることが分かった。来年度以降、実験試料の数を増やし、この点を確認していきたい。

落葉落枝の酸中和能力は、190 $\mu\text{gH}^+/\text{g-material}$ 程度あるものと考えられた。

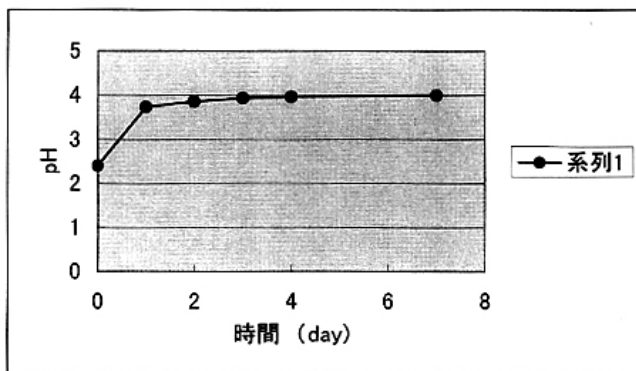


図-8 落葉落枝の酸中和能力

表-3 落葉・落枝の酸中和能力

サンプル No.	試料採集場所	酸中和能力 ($\mu\text{gH}^+/\text{g-material}$)
1	FH	32.7
2	FH	51.8
3	FH	48.7
4	FH	190
5	里山 204/206	188

5. 3. 土壤溶液の酸中和能力

FH内の10箇所、2001年1月と3月の2回採取した土壤溶液の酸中和能力を表4に示した。FHにおける土壤溶液の酸中和能力は、土壤の酸中和能力の桁低い値であることが分かった。今後、他の里山にて同じような実験を行い、土壤と土壤溶液の酸中和能力との関係、土壤溶液中に含まれるのイオンとの関係などを明らかにしていきたい。

表-4 土壤溶液の酸中和能力

(μ gH ⁺ /g-soil solution)			
サンプル No.	測定値	サンプル No.	測定値
1	0.10	11	0.31
2	0.15	12	0.33
3	0.14	13	0.30
4	0.10	14	0.28
5	0.14	15	0.30
6	0.14	16	0.22
7	0.14	17	0.21
8	0.22	18	0.25
9	0.14	19	0.26
10	0.13	20	0.21

5. 4 フォレスタヒルズの現状

これまでに得られた実験結果をまとめて、FHの現状を考察してみる。

森の酸中和能力	μ g H ⁺ /g-material
土壤によるもの (f ₁)	5.3-6.3
落葉落枝によるもの (f ₂)	190
土壤溶液によるもの (f ₃)	0.10-0.33
腐植によるもの (f ₄)	15程度 (推定)
木の根によるもの (f ₅)	0.02程度 (推定)
その他 (f _n)	f ₁ -f ₅ の総和の5%未満と見積もる
森への酸負荷量	μ g H ⁺ /m ² ・y
酸性雨による水素イオンの負荷量 (a ₁)	
FHの年間降水量、1979年-1987年の平均	1,363mm
1m ² に降る降水量	1,363m ³
水素イオンの年間負荷量 (平均pH=4.8)	21.6 mg H ⁺ /m ² ・y
乾性降水物による水素イオンの負荷量 (a ₂)	
湿性降水物の5%程度	1 mg H ⁺ /m ² ・y

以下、FH内の木の生長している根圏の単位面積 (1m²) 辺りの収支を計算してみる。

有効土壤は林床より30cmとして

土壤容量 0.3m³

酸中和能力 1.59-1.89 gH⁺/g-material

有効落葉落枝

3,600kg/ha・yとして 360g/m²・y

酸中和能力 68 mgH⁺/g-material

サンプル 1-10 2001年1月採取

サンプル 11-20 3月採取

有効土壌溶液

含水率20%として

土壌溶液 0.06m³

酸中和能力 6.0—19.8 mgH⁺/g-material

本年度実測した値からは、上記の計算が成り立つ。H⁺イオンのみに限っていえば、FHの酸緩衝能力は十分あることになる。しかしながら、下記に示すマイナスファクターを考慮に入れた総合的な判断が必要であり、さらに研究を進め、森の診断方法を完成させる見込みである。

その他のマイナスファクターによる負荷量

アンモニウムイオンの負荷量 (a₃)

アンモニウムイオンは、水素イオンに匹敵するマイナス効果と考えられる

その他 (a₄) 例えば、SO₄²⁻による、根圏土壌層からのCa²⁺、Mg²⁺イオンの溶脱など。

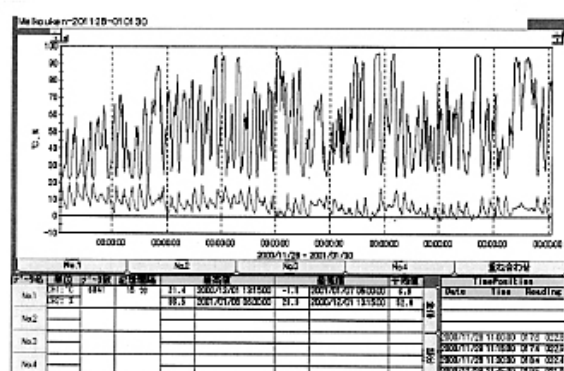
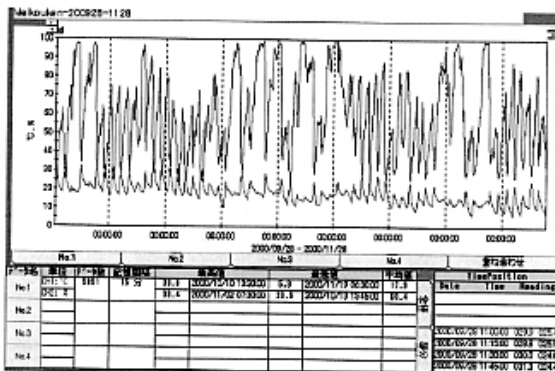
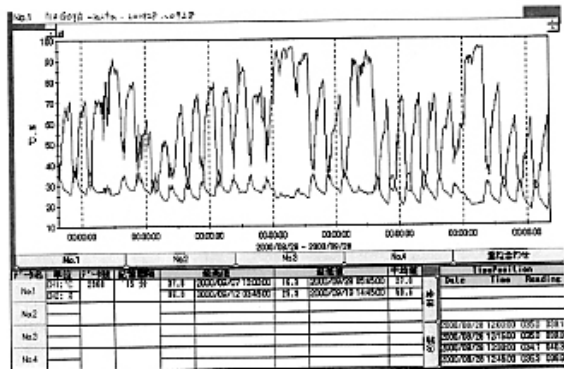
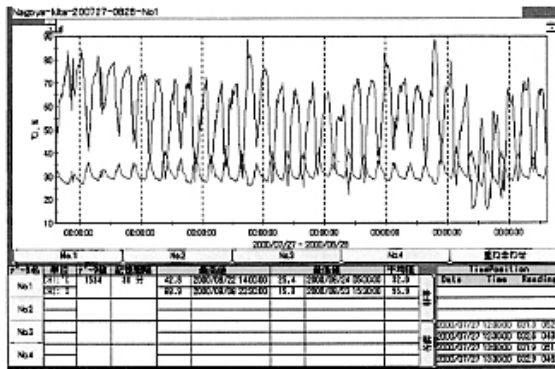
6. 愛知県下における温度・湿度の分布

温度・湿度の分布を知るためには、季節変化の要素を考慮して最低でも一年間のデータが必要である。本年度に引き続き、来年度以降も計測の予定である。本年度のまとめとして、2000年8月より2001年1月までの六ヶ月のデータを整理した。また、場所によって計測に失敗した所もある。各測定点におけるデータの一部を図9—図12に示した。なお、測定した場所は以下に示した。

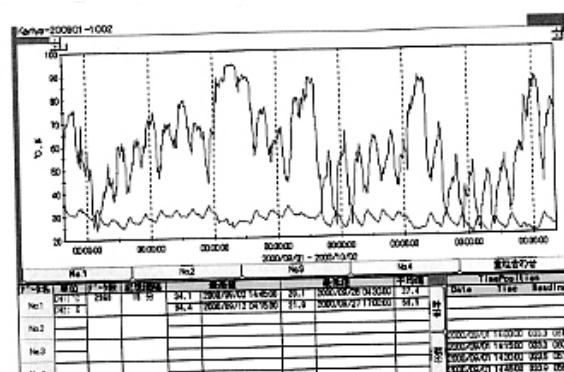
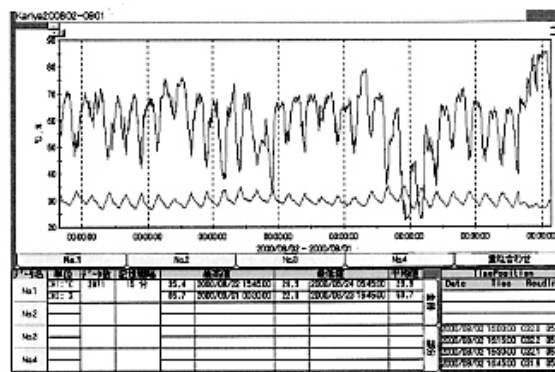
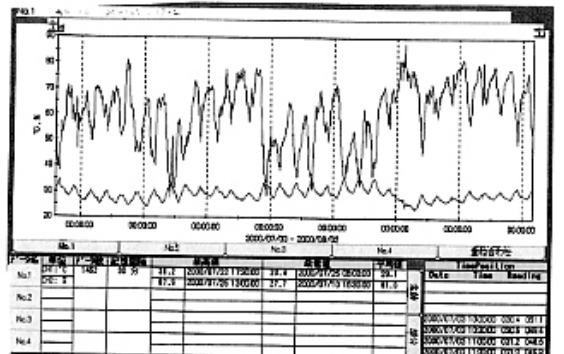
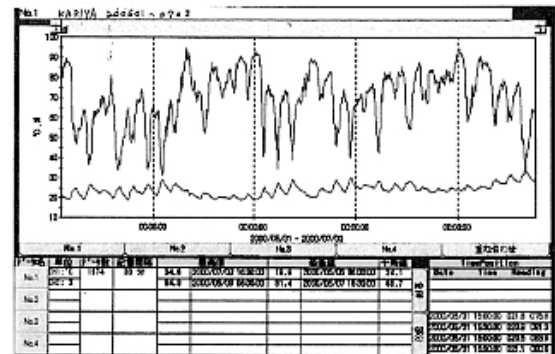
愛知県下における温度・湿度の測定場所

前掲の図5に示したように、愛知県下の9箇所、大都市（名古屋市）3箇所、中間都市（刈谷市および東郷町）里山（豊田市、フォレストヒルズ）1箇所、奥山（足助町総山、稲武町段戸山北裾、設楽町段戸山裏谷）3箇所に測定器を設置した。設置場所と設置開始月を下記に示した。

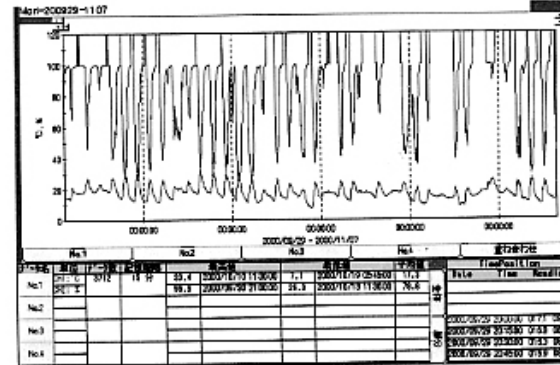
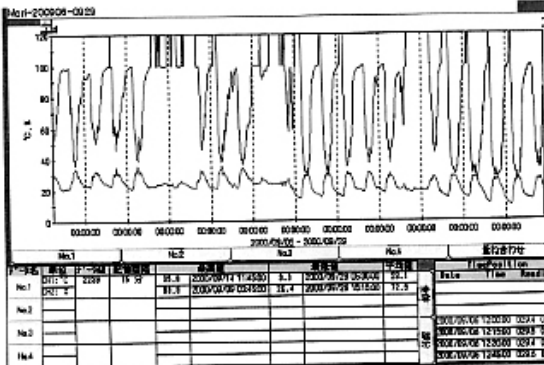
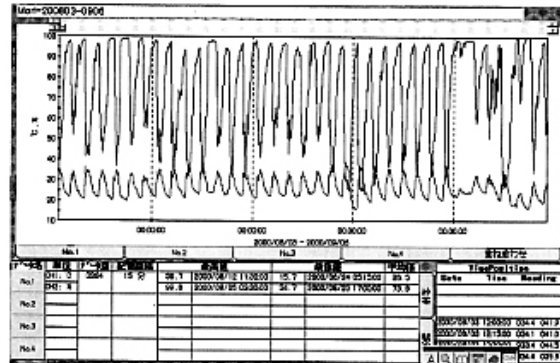
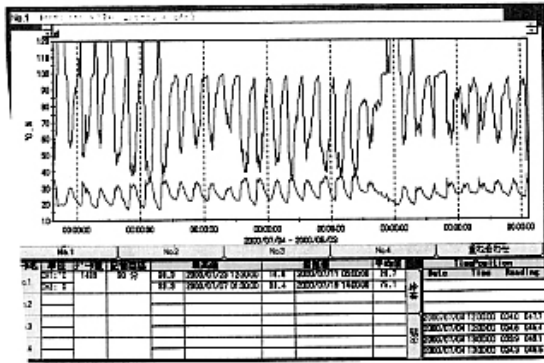
- | | |
|--------------|---------|
| ① 名古屋市北区平手町 | 2000年7月 |
| ② 名古屋市南区白水町 | 2000年6月 |
| ③ 名古屋市名東区西里町 | 2000年7月 |
| ④ 刈谷市一ツ木町 | 2000年6月 |
| ⑤ 愛知県東郷町 | 2000年8月 |
| ⑥ 豊田市岩倉 | 2000年7月 |
| ⑦ 東加茂郡足助町 | 2000年8月 |
| ⑧ 北設楽郡稲武町 | 2001年2月 |
| ⑨ 北設楽郡設楽町 | 2001年3月 |



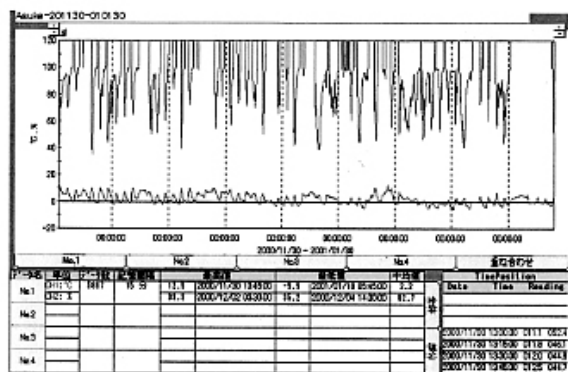
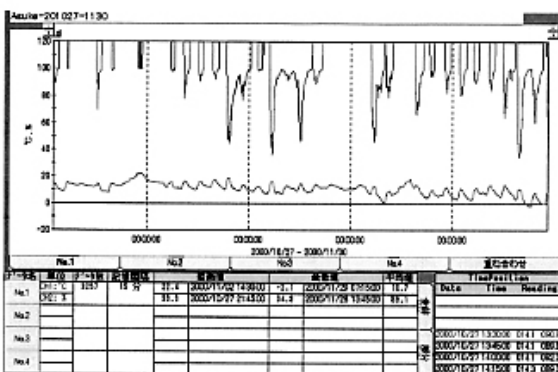
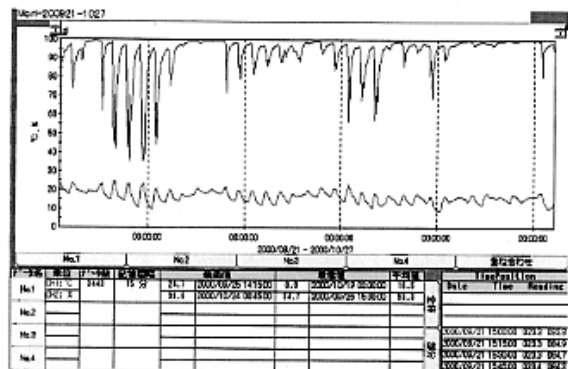
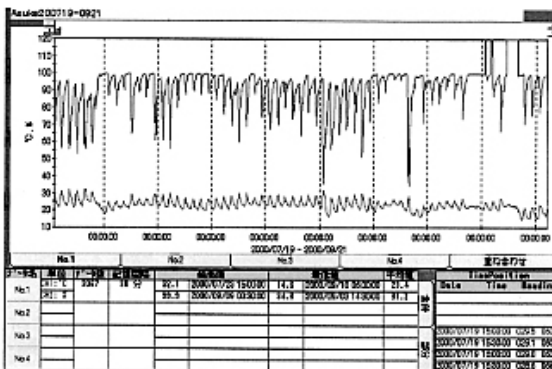
図一 名古屋市①における温度湿度の測定
(2000年7月-2001年1月)



図一 10 刈谷市⑤における温度湿度の測定
(2000年5月-2001年1月)



図一11 フォレスタヒルズ⑥における温度湿度の測定
(2000年7月-2001年3月)



図一12 足助町⑦における温度湿度の測定
(2000年7月-2001年1月)

図9—図12に示した温度湿度測定結果を整理すると、以下のとおりである。

大都市、中間都市、里山、奥山における温度・湿度の分布

(2000年8月—2001年1月の6ヶ月平均)

温度 (°C)

大都市	中間都市	里山	奥山
① 18.1	④ 15.7	⑥ 14.1	⑦ 12.8
② 21.4	⑤ 17.6		

湿度 (%)

① 56.9	④ 55.4	⑥ 67.2	⑦ 89.2
② 51.7	⑤ 56.1		

- 1) 奥山→里山→中間都市→大都市と向かった平均温度の傾斜がはっきりと現れている。
- 2) 中間都市の平均温度は、大都市に比較して3—4°Cほど低い。
- 3) 大都市と中間都市における平均湿度は、あまり変わらず約55%程度である。
- 4) 大都市と里山、奥山を含めた森林地帯とは、4°C—8°Cの平均した温度差がある。
- 5) 都市地帯と森林地帯とでは、平均湿度の差が10—30%ほどある。

大都市と中間小都市との間にはっきりとした、平均温度差があるにもかかわらず、大気中水分の差があまりないことが結果に現れている。都市のヒートアイランド現象と森林地帯のクールアイランド現象を、都市—森循環型系として解析していく上で、注意すべきポイントである。

本年度得られた研究成果は、来年度において、特許2件申請、外誌発表2件以上を予定している。

謝辞：本年度研究を進めるにあたり、環境放射線の実地測定をはじめ、数々の御教示を頂いた、産業技術総合研究所中部センター瀬戸サイトの松田秀晴、湊進の両氏に深く感謝致します。

実験の詳細

林床における放射線の測定

γ線測定器(γ線スペクトロサベイメーター、浜松フォトニクスKK製、SS-γ type、1" φ×2 "NaI(Tl))を用いて、林床1mの高さにて測定箇所1箇所につき1分間の計数率(cpm)を測定した。

岩石標本の酸中和能力測定実験

岩石の一部を削り取り、鉄柱でたたき、粉末試料とした(写真3)。このようにして得られた試料をpH2.2—2.3のHClO4溶液と攪拌した。溶液のpH変化から1gの岩石粉末が中和したH⁺量を求めた。

土壌の酸中和能力測定実験

フォレストヒルズ内より採取した土壌の中から、落葉落枝を取り除いた。更に腐植物質を取り除き、電気炉にて60°Cにて24時間乾燥した。この試料を2mmのふるいでふるったものを測定試料とした。ビーカー中にてpH2.2-2.3のHClO₄と24時間攪拌し、溶液のpH変化から土壌1gが中和したH⁺量を求めた。

土壌溶液の酸中和能力測定実験

フォレストヒルズ内の10箇所において、林床より約30cmの土壌を採取。超遠心分離法により土壌溶液を採取。試料溶液10mlを取り、pH3.0のHClO₄を用いて、pHが約4.0になるまで滴定。pHの変化より、計算上のH⁺量と実際の滴定に要したH⁺量の差より、土壌溶液1g (1ml=1gとした) が中和したH⁺量を求めた。

温度・湿度の測定

佐藤計量器製記憶計 (単3電池4個にて3ヶ月測定可) を用いて測定した。都市部では、鉄筋コンクリート建物の二階付近、風雨にさらされない場所を選んで測定した。森ではプラスチック製容器に本体を収納し、底の部分をくりぬいてセンサー部を外部に出したものをビニール袋2枚に包み、森の木の10m辺りの枝に掛け、センサー部を容器の底に固定して大気にさらして測定。実験林では観測タワーの約10mのところ設置して測定。

参考文献

- 1) “Etat des forets en Europe, Rapport 1993” : CCE/ONU, Geneve, 1993.
- 2) Jiri Cerny and Tomas Paces (ed) : Acidification in the Black Triangle Region, Czech Geological Survey, Prague, 1995.
- 3) 平成10年度大気環境調査報告書 : 名古屋市環境保全局、2000.
- 4) 松田秀晴、湊 進 : 日本における主な岩石中の放射能 : RADIOISOTOPES, 8, 50-59, 1999.
- 5) 下 道国、湊 進、杉野雅人 : 東海3県の環境放射線のレベル調査 : 日本原子力学会誌, 41, 954-964, 1999