

## VI. 森林環境とヒトの心身反応の関係

### 1. 方法

森林（草地）の構造、温熱環境、心理反応、生理反応の相互関係について、下記の方法により必要な要素の全てが得られた生理実験時のデータについて、検討することとした。

各個別要素の分析を行った上で、試験区及び草地の構造と生理実験時の温熱環境・心理反応・生理反応のそれぞれの代表的要素を組み合わせた評価を行った。したがって、以下の検討対象は計7回の生理実験時のデータである（以下各回の生理実験を第1～7回実験と呼ぶ）。

生理実験を行ったA区、D区の森林構造及び草地の設定は、前記（II章）のとおり、生理実験時の温熱環境は、前記（V章）のとおりである。

生理実験時の生理実験被験者の心理反応については、心理構造を検討するため、生理実験とあわせて前記（IV章）と同じSD法評定尺度（前掲図-12）を用いた心理実験を行い検討した。

評定用紙への記入は、A区、D区、草地の各実験地における生理実験を終了した時点で行わせた。

後に、得られた評定結果から前記（IV章）と同様に、評定尺度ごとの平均値プロフィールを描き、次に因子分析により因子負荷量、

因子軸を求め、主要因子軸の意味を考察した。

生理反応は、前記（V章）において計7回の生理実験から得た $\alpha$ 波出現時間平均値について検討した。

## 2. 結果

### 2. 1. 個別要素

試験区の森林構造は、前記（II章）のとおり、生理実験時の温熱環境は、前記（V章）のとおりである。

また、生理実験被験者の生理実験時の心理反応は、以下のとおりである。

被験者A、Bの評定尺度の平均値プロフィール（図-22）は一部の評定尺度においては被験者間で多少のずれがみられる。

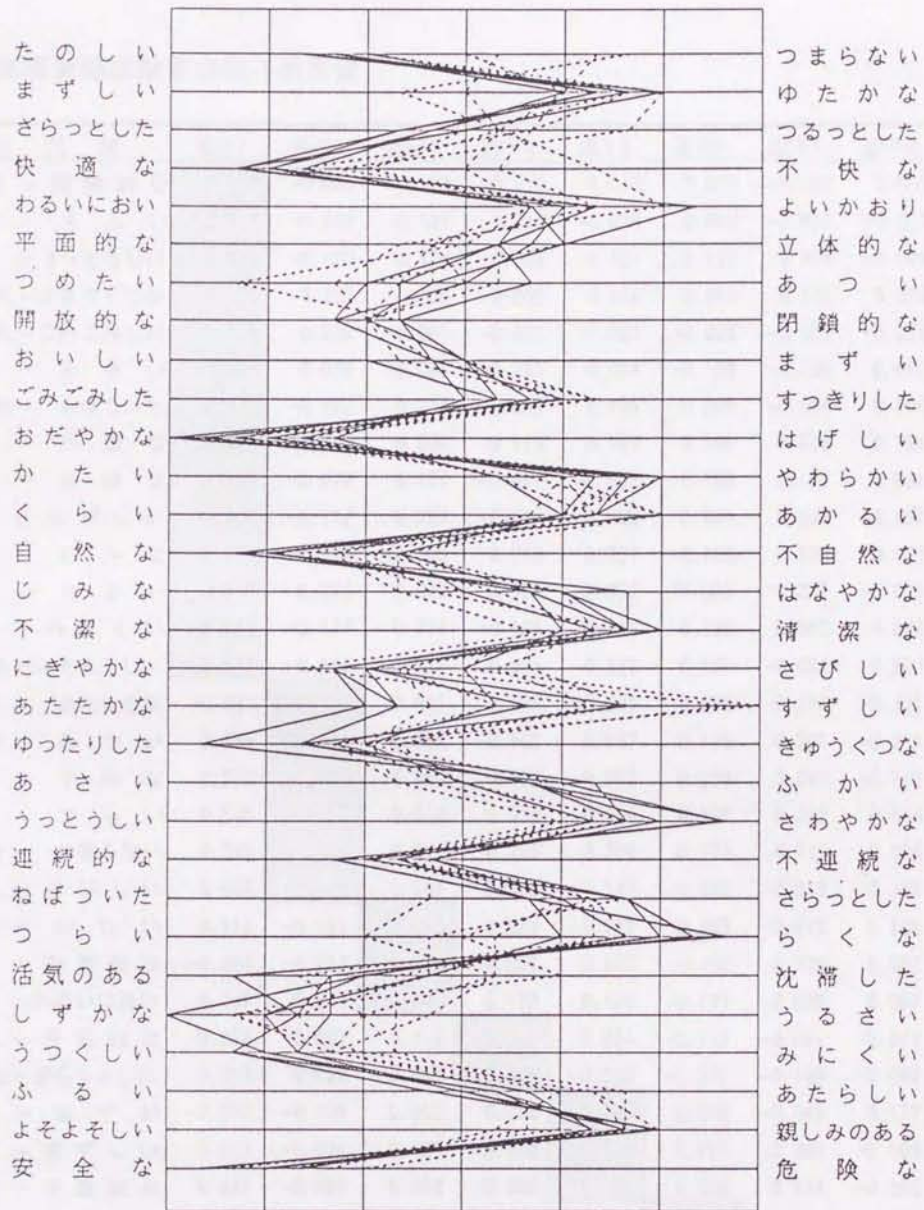
両被験者の評定結果について因子分析を行った結果（表-29）、因子軸は第8因子軸まで抽出され、因子負荷量の累積寄与率は第2因子軸までで59.7%に達した。

因子軸を構成する主な評定尺度は、第1因子軸が「開放的な-閉鎖的な」、「あかるい-くらい」、第2因子軸が、「すずしい-あたたかな」、「つめたい-あつい」である。

次に、第1因子軸及び第2因子軸で構成される心理空間上に各被験者の各実験回・各実験地の因子得点平均値を布置した。



ひじょうに かなり や や どちらでもない や や かなり ひじょうに



— 被験者A  
 ..... 被験者B

図-22 生理実験被験者のSD法評定プロフィール



表-29 生理実験被験者の因子負荷量

評 定 尺 度	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6	因子7	因子8	共通性
開放的な - 閉鎖的な	0.953	-0.025	-0.129	-0.210	0.017	0.033	-0.032	0.007	0.973
あかるい - くらい	0.910	-0.089	-0.131	-0.113	-0.035	0.088	-0.099	-0.027	0.886
さわやかな - うっとしい	0.905	-0.100	0.124	0.032	0.131	0.121	0.076	-0.041	0.885
ゆったりした - きゅうくつな	0.905	-0.107	0.096	-0.002	0.116	0.151	0.160	0.056	0.904
すっきりした - ごみごみした	0.904	0.038	-0.091	-0.321	-0.083	-0.022	-0.077	-0.055	0.946
あたらしい - ふるい	0.888	0.079	-0.093	-0.231	0.024	-0.103	-0.159	0.061	0.898
さらっとした - ねばついた	0.863	-0.102	0.144	-0.023	0.165	0.205	-0.134	0.006	0.863
清潔な - 不潔な	0.841	-0.218	0.204	-0.123	0.087	0.082	0.042	0.195	0.866
安全な - 危険な	0.833	-0.279	0.177	-0.041	-0.000	0.199	0.127	0.084	0.868
おだやかな - はげしい	0.806	-0.177	0.223	-0.014	0.032	0.144	0.136	0.109	0.783
はなやかな - じみ	0.774	-0.237	-0.008	0.013	0.231	-0.165	0.174	0.127	0.782
ふかい - あさい	-0.697	-0.064	0.243	0.304	0.032	0.025	0.387	-0.023	0.793
うつくしい - みにくい	0.683	-0.177	0.344	-0.006	0.148	0.163	0.500	0.086	0.923
親しみのある - よそよそしい	0.643	-0.311	0.210	0.065	0.272	0.189	-0.034	0.507	0.927
すずしい - あたたかな	-0.093	0.828	-0.021	0.064	-0.094	0.098	-0.199	-0.121	0.771
つめたい - あつい	0.157	0.821	0.082	0.102	0.007	0.175	0.291	-0.211	0.875
快適な - 不快な	0.520	-0.730	0.060	0.182	0.227	0.109	0.091	-0.155	0.937
らかな - つらい	0.535	-0.717	0.010	0.238	0.098	0.101	0.012	0.014	0.876
たのしい - つまらない	0.395	-0.670	0.214	0.269	0.386	0.173	0.119	-0.095	0.926
にぎやかな - さびしい	0.068	-0.422	0.364	0.360	0.146	0.062	-0.218	0.379	0.660
やわらかい - かたい	0.111	-0.191	0.898	-0.084	-0.041	0.085	-0.072	0.109	0.888
自然な - 不自然な	-0.307	-0.018	0.694	0.056	0.245	0.145	0.425	0.067	0.846
よいかおり - わるいにおい	0.141	0.289	0.648	0.178	0.139	-0.177	0.045	0.007	0.608
立体的な - 平面的な	-0.188	-0.067	0.115	0.882	0.064	-0.115	-0.091	0.013	0.856
つるつとした - ざらつとした	0.393	0.038	0.069	-0.849	-0.052	-0.072	-0.199	-0.082	0.936
おいしい - まずい	-0.038	-0.169	0.055	0.246	0.749	0.099	-0.045	0.177	0.698
ゆたかな - まずしい	0.077	-0.396	0.489	0.028	0.606	0.153	0.081	-0.009	0.801
連続的な - 不連続な	0.437	-0.028	0.064	-0.300	0.585	0.038	0.144	-0.035	0.652
しずかな - うるさい	0.299	0.080	0.030	-0.052	0.171	0.829	0.048	0.028	0.819
活気のある - 沈滞した	0.495	-0.262	0.361	0.196	0.281	-0.044	0.206	0.580	0.942
寄 与 率	44.7%	15.0%	10.8%	9.3%	7.6%	4.5%	4.2%	3.9%	100.0%



被験者 A では、第 1 因子軸において A 区及び草地が開放的な方へ、D 区が閉鎖的な方へ二分され、A 区及び草地は第 2 因子軸のあたたかな方と、すずしい方に二分される傾向がみられる (図 - 23)。

また、被験者 B では、被験者 A にみられた傾向がより顕著で、第 1 因子軸において A 区及び草地が開放的な方へ、D 区が閉鎖的な方へ二分され、A 区及び草地は第 2 因子軸のあたたかな方と、すずしい方に二分される傾向がみられる (図 - 24)。

生理反応については、前記 (V 章) のとおりである。

## 2. 2. 各要素相互の関係

以上得られた各要素の結果から、生理実験時のデータについて森林構造、温熱環境、心理反応、生理反応の各要素相互の関係を検討し、森林構造とヒトの心身反応の関係を検討した (図 - 25)。

検討は生理実験の椅座位開眼姿勢において  $\alpha$  波出現時間平均値に実験地相互の有意差が認められた実験について行ったが、被験者 B については検討した要素間に傾向のみられない関係もあるため、ここでは、被験者 A の 4 実験時 (1993 年 5 月 15 日、同 6 月 10 日、同 7 月 23 日、1994 年 6 月 8 日) についてのみ検討を加える。

検討対象としたのは、以下の各要素である。

森林構造については、試験区相互及び草地の間に明確な較差が設定されている立木密度をとりあげた。

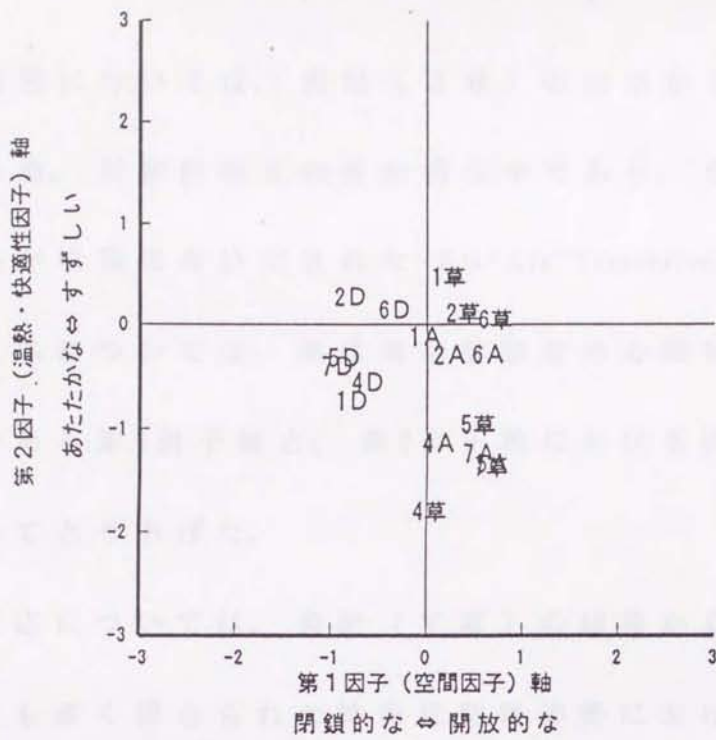


図-23 生理実験被験者Aの第1因子軸と第2因子軸で構成される心理空間への因子得点の布置  
 図中の記号は実験回と実験地を示す

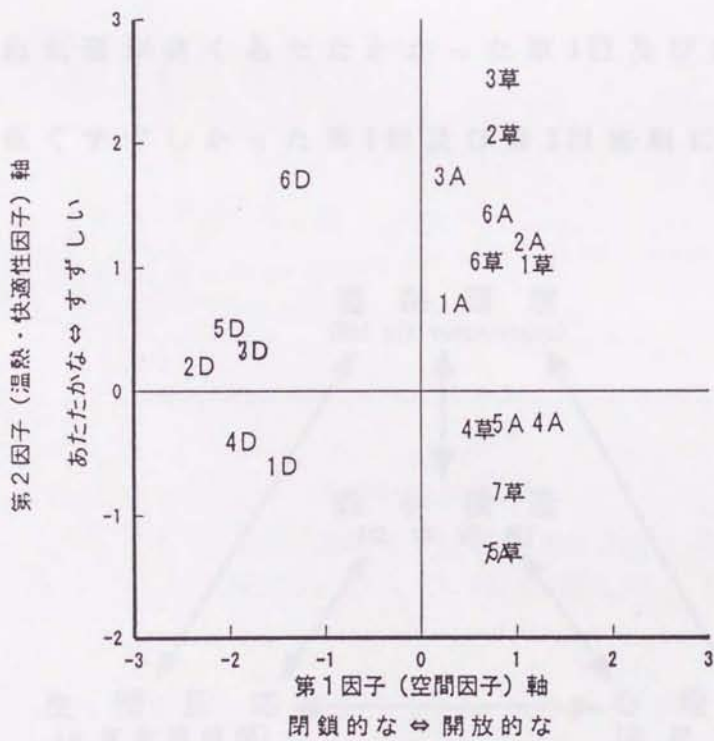


図-24 生理実験被験者Bの第1因子軸と第2因子軸で構成される心理空間への因子得点の布置  
 図中の記号は実験回と実験地を示す



温熱環境については、前記（Ⅲ章）の結果から、冬季を除いて試験区と草地、試験区相互の差が明らかであり、生理実験時にも実験地間の差が明確にみいだされた SOL AIR TEMPERATURE をとりあげた。

心理反応については、生理実験被験者の心理構造を構成する主要因子軸である第1因子軸と、第2因子軸における因子得点を代表する要素としてとりあげた。

生理反応については、前記（Ⅴ章）の結果から、実験地相互の有意差が最も多く認められた椅座位開眼姿勢における $\alpha$ 波出現時間平均値をとりあげた。

また、結果の解釈を容易にするため、検討対象とした実験日のうち、比較的気温が高くあたたかかった第4回及び第7回実験と、比較的気温が低くすずしかった第1回及び第2回実験に区分して検討した。

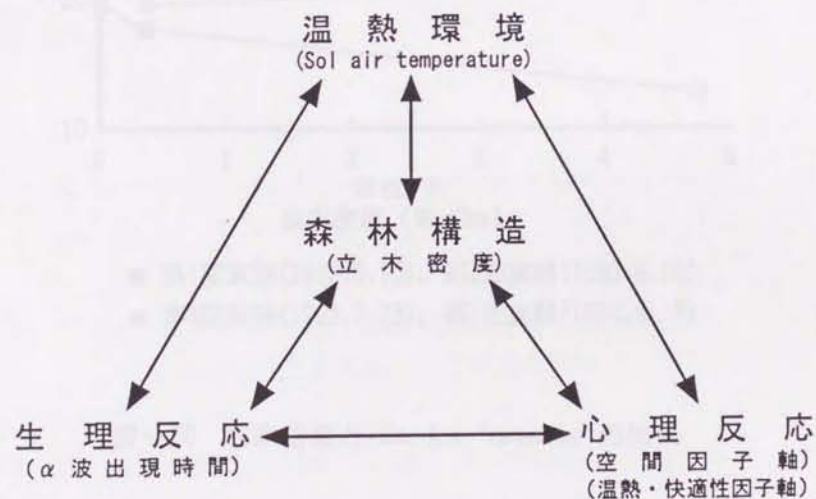


図-25 各要素相互関係の概念  
( ): VI章で検討した要素

2. 2. 1. 森林構造と温熱環境

立木密度と SOL AIR TEMPERATURE の関係 (図 - 26) では、立木密度がゼロである草地では SOL AIR TEMPERATURE の値の幅が大きく、試験区では立木密度の違いに関わらず SOL AIR TEMPERATURE の値の幅は狭い範囲にある。

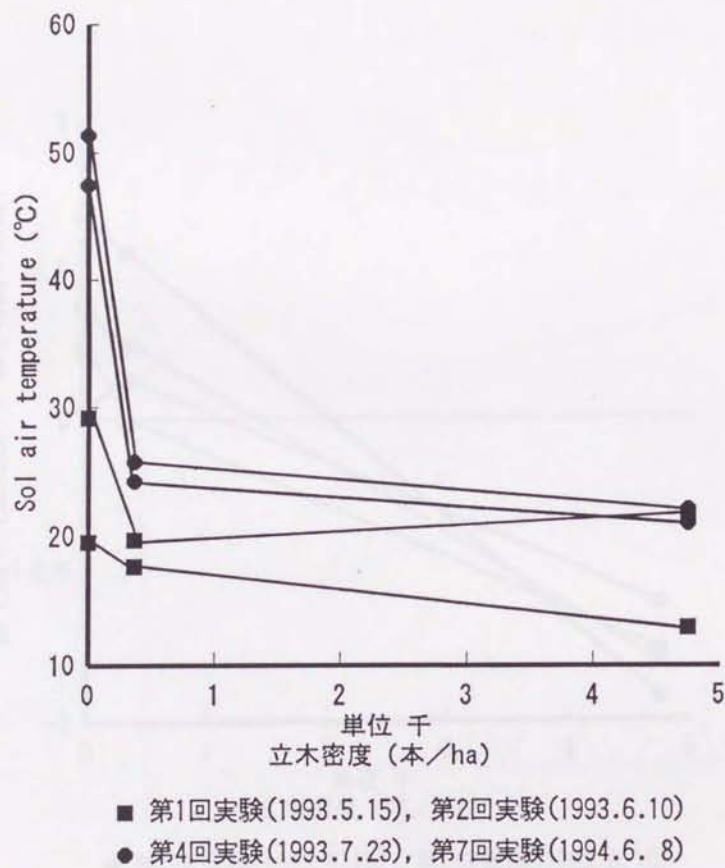


図-26 立木密度と SOL AIR TEMPERATURE の関係



2. 2. 2. 森林構造と心理反応

立木密度と第1因子軸因子得点の関係（図-27）では、立木密度がゼロである草地と立木密度の低いA区における因子得点が高く、第1因子軸における開放的な側に位置し、一方、立木密度の高いD区においては、因子得点が低く、閉鎖的な側に位置している。

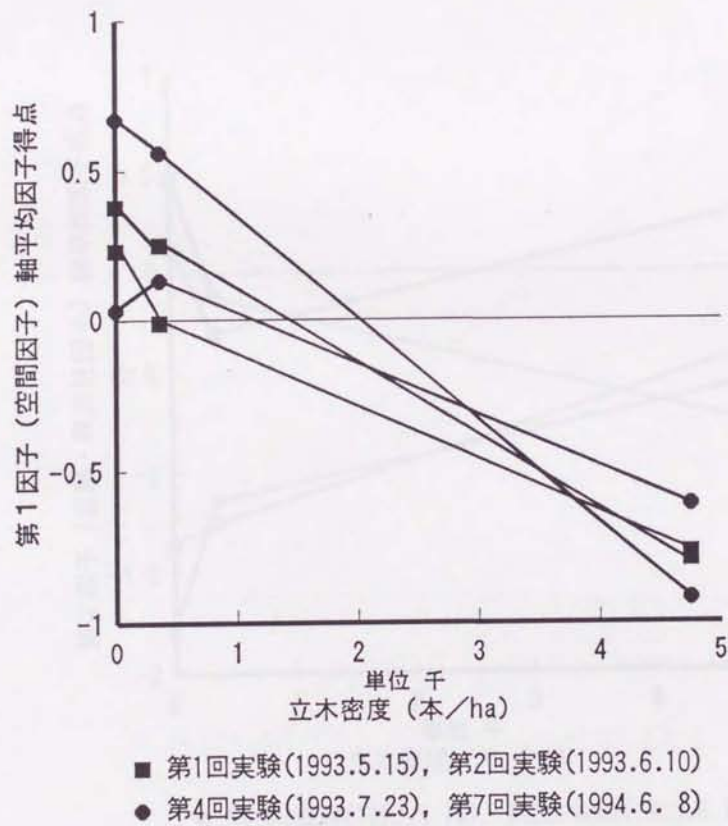


図-27 立木密度と被験者Aの第1因子軸因子得点の関係

また、立木密度と第2因子軸因子得点の関係（図-28）では、気温の低い実験時（第1、2回実験）には草地と立木密度が低いA区における因子得点が高く、すずしい・不快な側に位置し、比較的気温の高い実験時（第4、7回実験）には因子得点が低く、あたたかい・快適な側に位置している。一方、D区における因子得点には、気温の高低にともなう傾向はみられない。

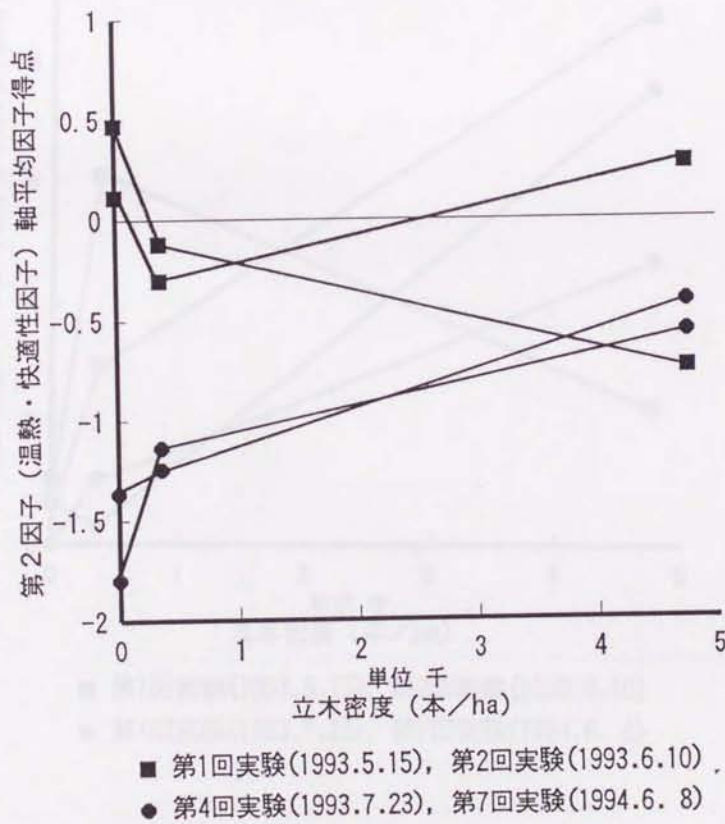


図-28 立木密度と被験者Aの第2因子軸因子得点の関係



### 2. 2. 3. 森林構造と生理反応

立木密度と椅座位開眼姿勢における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係(図-29)では、立木密度がゼロである草地においては $\alpha$ 波出現時間が少なく、立木密度の低い森林より立木密度の高い森林において $\alpha$ 波出現時間が多くなる比例関係が4例中3例(第1、4、7回実験)で見られる。異なる傾向のみられる1例は第2回実験である。

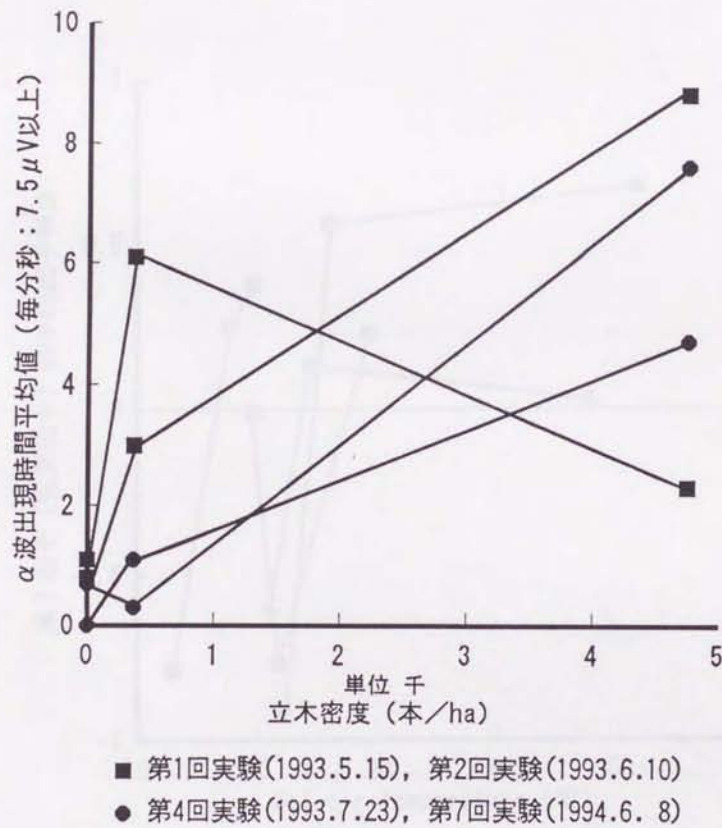
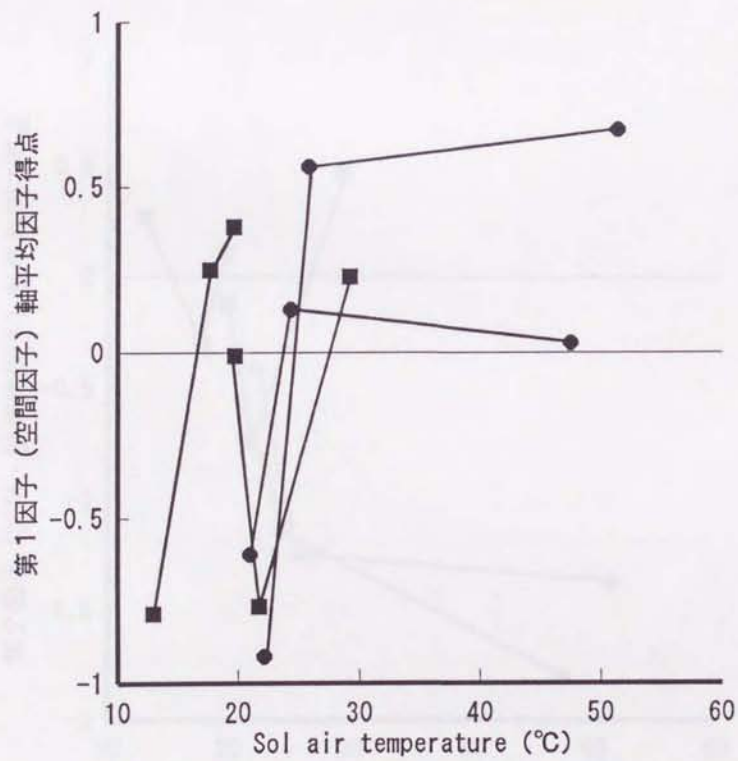


図-29 立木密度と被験者Aの椅座位開眼における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係

2. 2. 4. 温熱環境と心理反応

SOL AIR TEMPERATURE と第1因子軸因子得点の関係(図-30)では、因子得点が高く開放的な側では SOL AIR TEMPERATURE に幅があり、因子得点が高く閉鎖的な側では SOL AIR TEMPERATURE が狭い範囲に集中している。



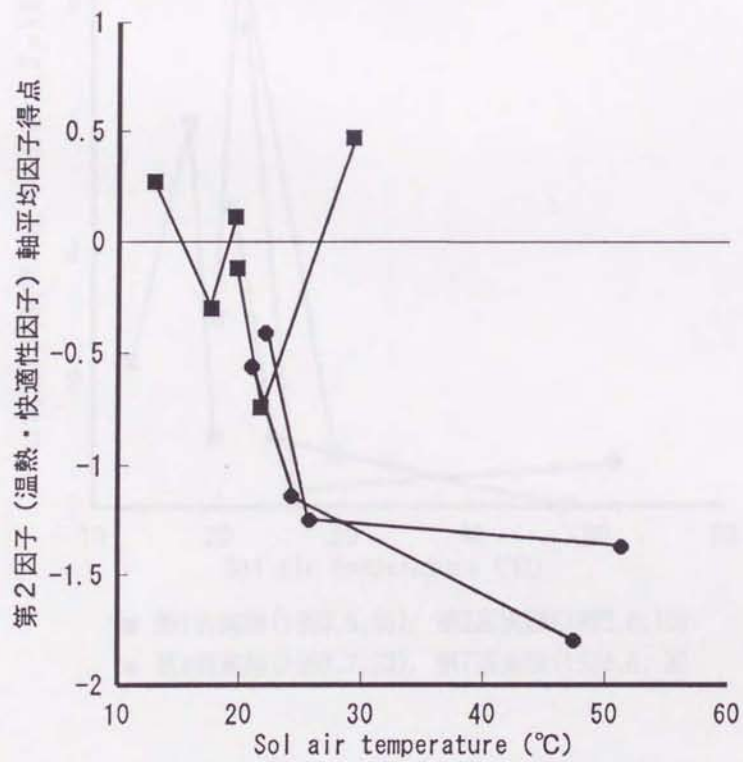
■ 第1回実験(1993.5.15), 第2回実験(1993.6.10)  
● 第4回実験(1993.7.23), 第7回実験(1994.6.8)

図-30 SOL AIR TEMPERATURE と被験者Aの  
第1因子軸因子得点の関係



また、SOL AIR TEMPERATURE と第2因子軸因子得点の関係（図-31）では、比較的気温の低い実験時（第1、2回実験）においては、SOL AIR TEMPERATURE が低く、第2因子軸因子得点の0付近に比較的まとまって位置するが、比較的気温の高い実験時（第4、7回実験）においては、SOL AIR TEMPERATURE の値が高いと、第2因子軸因子得点の値が低くなり反比例の傾向が強い。

全体的には SOL AIR TEMPERATURE と第2因子軸因子得点の間に反比例の傾向がみられる。



■ 第1回実験(1993.5.15), 第2回実験(1993.6.10)  
● 第4回実験(1993.7.23), 第7回実験(1994.6.8)

図-31 SOL AIR TEMPERATURE と被験者Aの  
第2因子軸因子得点の関係

## 2. 2. 5. 温熱環境と生理反応

SOL AIR TEMPERATURE と椅座位開眼姿勢における  $\alpha$  波出現時間平均値の関係 (図 - 32) では、SOL AIR TEMPERATURE の値が低い範囲では  $\alpha$  波出現時間の幅が広いが、SOL AIR TEMPERATURE の値が高い 2 例では、いずれも  $\alpha$  波出現時間が極端に低い。

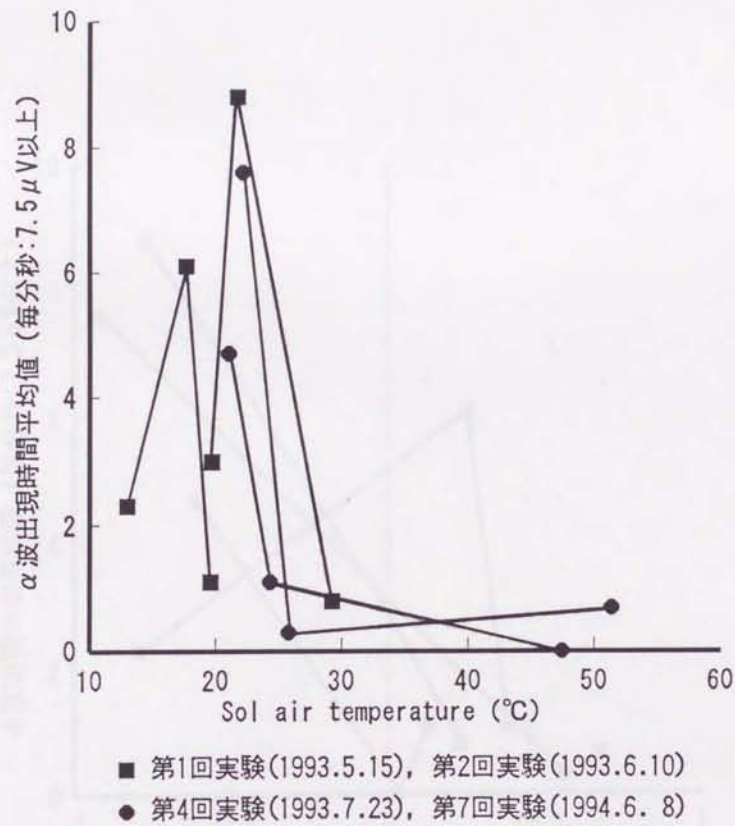


図-32 SOL AIR TEMPERATURE と被験者Aの椅座位開眼における  $\alpha$  波出現時間平均値の関係



## 2. 2. 6. 心理反応と生理反応

第1因子軸因子得点と椅座位開眼姿勢における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係(図-33)は、第1因子軸因子得点が高いほど $\alpha$ 波出現時間平均値が少ない傾向が4例中3例(第1、4、7回実験)においてみられる。

異なる傾向のみられる1例は前記の森林構造と生理反応の関係においても特異な傾向がみられた第2回実験である。

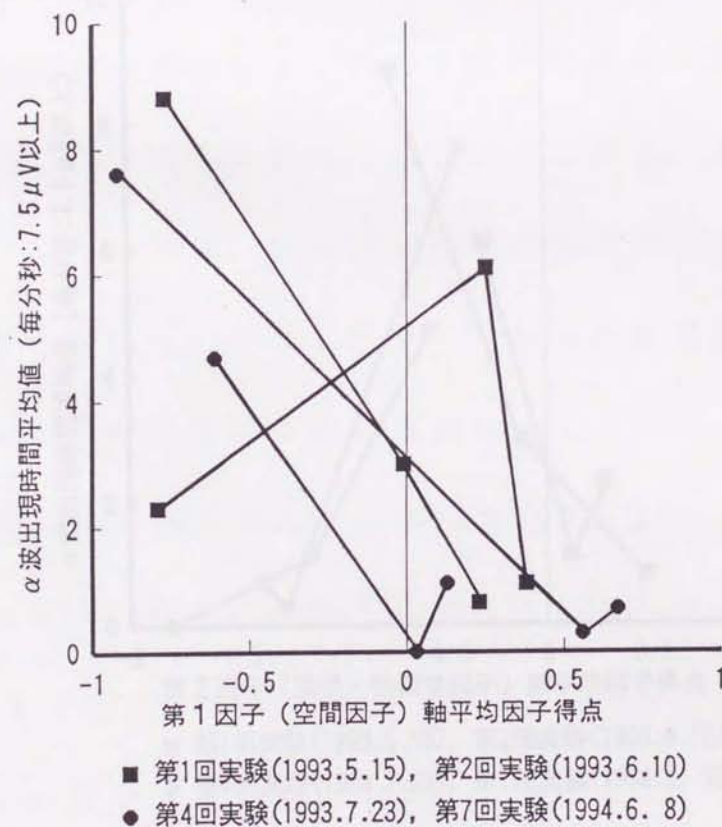


図-33 被験者Aの第1因子軸因子得点と椅座位開眼における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係

また、第2因子軸因子得点と椅座位開眼姿勢における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係(図-34)では、第2因子軸因子得点が $-0.5 \sim -1.0$ の範囲において $\alpha$ 波出現時間平均値が最も多い傾向がみられる。

個別の実験毎にみると、比較的気温の低い第1、2回実験においては、第2因子軸因子得点が高いほど $\alpha$ 波出現時間平均値が少なく、比較的気温の高い第4、7回実験においては、第2因子軸因子得点の値が高いほど $\alpha$ 波出現時間平均値が多い傾向がみられる。

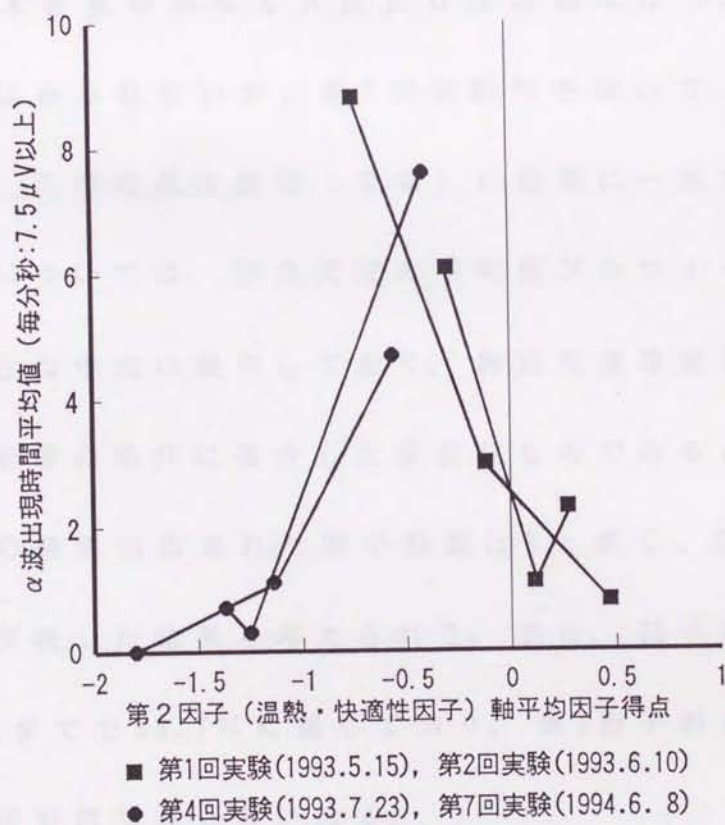


図-34 被験者Aの第2因子軸因子得点と椅座位開眼における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係



### 3. 考察

森林構造を代表する要素として、立木密度をとりあげたが、対象とした実験地（A区、D区、草地）は、立木の存在しない草地から、極端に立木密度の高いD区まで幅のある設定である。

温熱環境を代表する要素としては SOL AIR TEMPERATURE をとりあげたが、各実験時とも森林（試験区）と草地の間の差が明確であり、特に第4、7回実験時には極端な差がみられ、森林と草地の違いが反映されている。

一方、立木密度の異なるA区とD区の間には SOL AIR TEMPERATURE に大きな差はみられないが、第1回実験時を除いて、D区よりA区の値が高く、この結果は前記（Ⅲ章）の結果に一致するものである。

心理反応については、評定尺度の平均値プロフィールは、全体的には、おおむね中央に集中しており、評定尺度等実験方法が、被験者、実験場所等の条件に適合した妥当なものであると判断した。

因子分析の結果抽出された因子軸数は8と多く、評定対象の環境の複雑さを反映した結果と考えられる。また、因子軸の累積寄与率は第2因子軸までで59.7%に達しており、第2因子軸までで心理反応の過半が説明可能であるといえる。

第1因子軸は構成する評定尺度に「開放的－閉鎖的」、「あかるい－くらい」、「さわやかな－うっとうしい」、「ゆったりした－

きゅうくつな」といった空間に関するものが上位を占めていることから、第1因子軸を空間因子軸として位置づけた。

また、第2因子軸を構成する評定尺度には「すずしい－あたたかな」、「つめたい－あつい」、「快適な－不快な」、「らかな－つらい」といった温熱感覚及び快適性に関するものが上位を占めていることから、第2因子軸を温熱・快適性因子軸として位置づけた。

これらの結果は、第1因子軸については、前記（IV章）の結果とよく一致しており、生理実験の被験者の心理反応と心理実験の被験者の心理反応にある程度の共通性があるものと考えられる。

また、第2因子軸に温熱感覚の反映と考えられる因子軸が位置づけられたが、生理実験の被験者は心理実験の被験者に比べ、現地に滞在する時間が長いこと、同一の被験者が繰り返し実験を行ったことなどにより、温熱感覚が心理反応に強く影響したものと考えられる。

なお、小川ら(51)は温熱感と快適感はきわめてよく似ているとしており、第2因子軸に温熱・快適性因子が位置づけられたことはこれと一致するものである。

また、第1因子（空間因子）軸及び第2因子（温熱・快適性因子）軸で構成される心理空間上に各実験、各実験地の因子得点を布置した結果、各実験回・各実験地が区別されて位置づけられた。



被験者 A、被験者 B のいずれにおいても、第 1 因子（空間因子）軸上で、A 区及び草地は開放的な側に、D 区は閉鎖的な側に離れて位置づけられ、実験地の立木密度が草地 < A 区 < D 区であることと関係しているものと考えられる。

また、第 2 因子（温熱・快適性因子）軸上では、A 区及び草地が実験回によって大きく 2 分され、比較的気温の低い第 1、2、3、6 回実験では、すずしい側に、比較的気温の高い第 4、5、7 回実験ではあたたかな側に位置づけられ、実験時の温熱環境と関係しているものと考えられる。一方、D 区には明確な傾向はみられず、温熱感覚においては全実験を通じて比較的安定した反応を示したものと考えられる。

なお、FANGER(7)、小川ら(51)は温熱感に季節差を認めがたいとしており、また、FANGER ら(8)は温熱感覚に日較差を認めないとしていたことから、7 回の実験を通じて、温熱・快適性因子にみられた傾向は、被験者の心理が実際の温熱環境の違いに反応した結果としてとらえることが出来る。

次に、生理反応については前記（V 章）の結果のとおりであるが、ここでは実験地間に明確な差の認められた第 1、2、4、7 回実験時における椅座位開眼姿勢でのデータをとりあげた。

次に、森林構造（立木密度）、温熱環境（SOL AIR TEMPERATURE）、

心理反応（空間因子、温熱・快適性因子）、生理反応（ $\alpha$ 波出現時間）の各要素の関係について検討した。

立木密度と SOL AIR TEMPERATURE の関係においては、草地に比べて森林では SOL AIR TEMPERATURE の抑制傾向がみられた、このことは、前記（Ⅲ章）において SOL AIR TEMPERATURE が草地と森林、あるいは構造の異なる森林の違いをよく反映する指標であると考えられたことと一致するものである。

立木密度と空間因子の関係においては、森林構造が被験者の心理における空間因子に明確に反映していることを示すものと考えられた。このことは、前記（Ⅳ章）において、心理構造に空間因子が主たる位置を占め、草地と森林あるいは、森林構造との違いをよく反映したことと一致するものである。

また、立木密度と温熱・快適性因子軸因子得点の関係においては、草地及び立木密度の低い A 区においては気温の高低にともなって因子得点に差がみられるのに対して、立木密度の高い D 区では気温の高低にともなう差がみられない。

温熱・快適性因子軸因子得点は高いほどすずしく、低いほどあたたかい意味を持つので、立木密度の高低が前記の立木密度と SOL AIR TEMPERATURE の関係を介して、被験者の心理に反映していることを示すものと考えられる。



立木密度と椅座位開眼における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係においては、天候が不順であった例を除き、立木密度が高いほど $\alpha$ 波出現時間が多くなる比例関係がみられ、このことは、森林構造の違いがヒトの生理反応に反映することを示すものと考えられる。

なお、異なる傾向のみられた第2回実験時の天気は、小雨（前掲表-15）であり、D区の全天日射量が全実験中で最も低く（前掲表-18）極端に暗い状況であったことから、このことの影響が考えられる。

以上から、森林構造（立木密度）が温熱環境（SOL AIR TEMPERATURE）、心理反応（空間因子、温熱・快適性因子）、生理反応（ $\alpha$ 波出現時間）にそれぞれ一定の影響を及ぼしていることが示された。

次に、温熱環境とヒトの心身反応の各要素の関係について検討した。

SOL AIR TEMPERATUREと空間因子軸因子得点の間には傾向がみられず、特に関係がないものと考えられた。一方、SOL AIR TEMPERATUREと温熱・快適性因子軸因子得点の間には、SOL AIR TEMPERATUREが高いほど温熱・快適性因子軸因子得点が低い反比例の関係がみられ、温熱環境が温熱・快適性因子に係る心理反応に反映することを示すものと考えられた。

SOL AIR TEMPERATUREと椅座位開眼姿勢における $\alpha$ 波出現時間の関係

においては、SOL AIR TEMPERATUREの値が高い場合に $\alpha$ 波出現時間が抑制される傾向がみられ、暑熱環境下では温熱環境が生理反応に影響することを示すものと考えられる。

以上から、温熱環境(SOL AIR TEMPERATURE)が被験者の心理反応(温熱・快適性因子)、生理反応( $\alpha$ 波出現時間)に影響を及ぼしていることが示された。

次に、被験者の心理反応と生理反応相互の関係について検討した。

空間因子軸因子得点と椅座位開眼における $\alpha$ 波出現時間平均値の関係においては、空間因子軸因子得点が高く、開放側になるほど $\alpha$ 波出現時間が少ない傾向がみられ、閉鎖側になるほど $\alpha$ 波出現時間が多くなることを示すものと考えられた。

また、温熱・快適性因子軸因子得点と椅座位開眼における $\alpha$ 波出現時間の関係においては、比較的気温の低い実験時には、温熱・快適性因子軸因子得点が低く、あたたかい側で $\alpha$ 波出現時間が多く、一方、比較的気温の高い実験時には、すずしい側で $\alpha$ 出現時間が多い傾向がみられた。すなわち全体では、温熱・快適性因子が中程度の状態で $\alpha$ 波の出現時間が多いことを示すものと考えられた。

以上、生理実験時のデータを軸に検討した結果、実験地の森林構造(立木密度)と実験時の温熱環境(SOL AIR TEMPERATURE)、生理実験被験者の心理反応(空間因子、温熱・快適性因子)、生理反応



( $\alpha$ 波出現時間)の各要素の間に関係がみられ、さらに、温熱環境が被験者の心理反応と生理反応に関係し、加えて、被験者の心理反応と生理反応の相互関係もみられることから、森林構造が温熱環境との関係を介して被験者の心理反応、生理反応に影響を及ぼしていることを示すものと考えられる。

## VII. 総合考察

本研究は、森林の保健休養効果を客観的に明らかにするため、主な要素についてその特徴を明らかにするとともに、それらを同時にとらえ、森林構造－森林環境－ヒトの心身反応の一連の関係について、関連づけを試みたものである。

森林環境の要素として温熱環境、心理反応として心理構造を構成する主要因子軸、生理反応として脳波（ $\alpha$ 波）をとりあげた。

各要素の検討結果から、温熱環境に関しては、SOL AIR TEMPERATURE、WINDCHILL INDEX 等により、森林内は草地に比べて、立木密度の高い森林は立木密度の低い森林に比べて、より快適な活動環境であることが示された。

また、心理反応に関しては、心理構造の主体をなす因子軸に空間因子と価値因子が位置づけられ、立木密度と空間因子の間に定量的な関係が認められるなど、心理構造への森林構造の反映がみられた。

さらに、生理反応に関しては、椅座位開眼の姿勢において実験地間の違いが多く認められ、森林における被験者は草地より緊張が少なく、くつろいだ状態にあることが示され、また、森林に対する反応には被験者の好みに符合する傾向がみられた。

これらのことから、温熱環境については SOL AIR TEMPERATURE 及び WINDCHILL INDEX が、心理反応についてはSD法による心理構造分析が、



生理反応については $\alpha$ 波が森林環境評価の指標として有効であると  
考えられた。

また、生理実験時のデータにより、森林構造、温熱環境及び1被  
験者の心理反応、生理反応について改めて検討した結果、立木密度  
と温熱環境 (SOL AIR TEMPERATURE)、心理反応 (空間因子)、生理反  
応 ( $\alpha$ 波出現) のそれぞれの間に、前記の各単独要素と同様の関係  
がみられた。また、立木密度と心理反応 (温熱・快適性因子) の間  
にも関係がみられた。

また、温熱環境 (SOL AIR TEMPERATURE) と心理反応 (温熱・快適性  
因子) の間の関係もみられたことから、上記の立木密度と心理反応  
(温熱・快適性因子) の関係は、立木密度が温熱環境 (SOL AIR  
TEMPERATURE) との関係を通じて心理反応 (温熱・快適性因子) に影  
響を及ぼしていることを示すものと考えられた。

また、心理反応 (空間因子、温熱・快適性因子) と生理反応 ( $\alpha$   
波出現) の関係も示され、被験者の心身反応として一体となった相  
互関係が示されたものと考えられた。

この結果は、森林の保健休養効果を事例的に示すとともに、保健  
休養効果に係る森林構造、森林環境、心理反応、生理反応の一連の  
関係 (前掲図 - 1) を実証するものである。

このことから、ここに示された諸要素の関係は、保健休養効果の

評価手法の基礎となるものと考えられる。

また、温熱環境においては、各気象要素、温熱指標と立木密度の間に関係がみられたことから、立木密度処理によって温熱環境の定量的な調整を行うことが可能と考えられた。

さらに、心理反応、生理反応のいずれにおいても、試験区（立木密度）の違いとの関係がみられたことから、立木密度処理によって心理反応、生理反応の調整を行うことの可能性が指摘できる。

このような、森林構造と温熱環境、ヒトの心身反応の関係は、森林構造の処理等による保健休養効果の人為的な調整の可能性を示すものであり、保健休養効果の維持・増進を目的とした森林施業技術の基礎となるものと考えられる。

今後は、森林構造については、森林空間そのものの大きさや、空間に占める樹冠の大きさ等の要素についても検討を加える必要があると考える。

また、環境要素については、温熱環境の他に光、音、揮発性物質など、ヒトの五感に影響を及ぼす可能性のある要素についても検討を加える必要がある。心理反応については、さらに暑熱環境下、寒冷環境下における検討を加える必要がある。生理反応については、他の被験者による検証を行うとともに、さらに暑熱環境下、寒冷環境下においても検討を加える必要があるものと考えられる。



## VII. 総括及び結論

### 1. 総括

本研究は、森林の保健休養効果に係る諸要素の関係を客観的に明らかにするため、主な要素について検討するとともに、森林構造から森林環境を経てヒトの五感の受容器を通じて心身反応に至る一連の関係をとらえることにより、ヒトの活動環境としての森林環境の多角的な評価を試みたものである。

本研究ではそのために、試験林・試験区を設け、コントロールされた森林構造を確保し、試験地における温熱環境の継続観測、属性の異なる複数のグループによる季節を変えての心理実験の実施、同一被験者による季節を変えての生理実験の繰り返しといった、従来の研究にはみられない体制を実現したものである。

具体的には、森林構造を明らかにした森林において、森林環境の要素として温熱環境を、ヒトの心理反応として心理構造を構成する主要因子軸を、生理反応としては脳波（ $\alpha$ 波）をとりあげ、各個別要素の特徴を明らかにするとともに、各要素相互の関係を明らかにし、ヒトの活動環境としての森林環境の多角的評価を行ったものである。

## 2. 結論

温熱環境、心理反応、生理反応の各要素についての主な結論を以下に要約し、続いて、それらの要素の相互関係について検討した森林環境とヒトの心身反応の関係について主な結論を要約する。

### 2. 1. 温熱環境

気温、相対湿度、全天日射量、風速を観測し、気象要素を組み合わせた温熱指標を求めることにより、森林における四季の温熱環境の特性をヒトの活動環境の視点から検討した。

森林と草地の間の比較においては、

- ① 気温は草地が20℃程度以上の温度域では森林の方が低く、草地が10℃程度以下の温度域では森林の方が高い。
- ② 全天日射量は四季を通じて草地より森林が低い。
- ③ 風速は冬季のA区を除き草地より森林が低い。
- ④ SOL AIR TEMPERATURE は、冬季のA区を除いて草地より森林が低い。
- ⑤ WINDCHILL INDEX は夏季を除いて草地より森林が低い。

したがって、森林における温熱環境は、暑熱環境緩和、寒冷環境緩和により、四季を通じて草地より快適な活動環境であると考えられる。

立木密度の異なる試験区相互の比較においては、

- ① 全天日射量は四季を通じてA区よりD区が低く、両試験区の較差



には  $Y=0.35X$  (X: 草地、Y: A区とD区の較差) の関係が推測される。

② 風速は夏季を除きA区よりD区が低い。

③ SOL AIR TEMPERATURE は四季を通じてA区よりD区が低く、その差は暑熱期に大きく、寒冷期に小さい。

④ WINDCHILL INDEX は夏季を除いてA区よりD区が低く、春季、冬季のA区は草地に近いレベルにある。

したがって、立木密度の高い試験区の温熱環境は、立木密度の低い試験区に比べて、暑熱環境緩和、寒冷環境緩和により、四季を通じて快適な活動環境と考えられた。

以上のとおり、SOL AIR TEMPERATURE 及び WINDCHILL INDEX が温熱環境評価における有効な指標であることが示されるとともに、草地より森林が、低密度な森林より高密度な森林がヒトの活動環境としてより快適な環境であることが明らかとなった。

## 2. 2. 心理反応

実験時期と属性の異なる複数の被験者グループによるSD法を用いた実験を行い、森林環境下におけるヒトの心理構造及び、心理構造と森林構造の関係について検討した。

① 心理空間を構成する主要因子軸に、空間因子、価値因子が位置づけられた。

② 心理空間上への平均因子得点布置に試験区の違いが反映された。

③ 空間因子は立木密度1,000本/ha以下では敏感に変化し、1,000本/ha以上では大きく変化しないことが明らかとなった。

以上のとおり、SD法による心理構造分析が、心理反応評価における有効な指標であることが示されるとともに、森林環境下におけるヒトの心理構造が主に空間因子と価値因子により構成されること、立木密度と心理反応の間に定量的な関係が存在することが明らかとなった。

### 2. 3. 生理反応

同一被験者による脳波計測実験を繰り返し行い、森林環境下における $\alpha$ 波出現時間について検討した。

①  $\alpha$ 波出現時間に実験地間の有意差が最も多くみられたのは椅座位開眼の姿勢である。

②  $\alpha$ 波出現時間に実験地間の有意差が認められた例は、全て草地より森林が多い例である。

③ 森林に対する反応に、被験者の好みに符合する個人差がみられる。

以上のとおり、 $\alpha$ 波が生理反応評価における有効な指標であることが示されるとともに、森林においては草地より緊張が少ない状態にあることがわかり、森林構造の違いに対する反応には個人差があることがわかった。また、開眼の姿勢において最も多くの有意差が



みられたことから、視覚刺激が $\alpha$ 波の出現に関わっていることが示唆された。

#### 2. 4. 森林環境とヒトの心身反応の関係

森林構造、温熱環境、心理反応、生理反応の各要素相互の関係について検討した。

森林構造と温熱環境、心理反応、生理反応の関係においては、

- ① 森林における SOL AIR TEMPERATURE の抑制傾向がみられる。
- ② 立木密度が高いほど空間因子の因子得点が低い傾向がみられる。
- ③ 草地及び立木密度が低い試験区には温熱・快適性因子に実験時の気温との関係がみられ、立木密度の高い試験区には関係がみられない。
- ④ 草地より森林において、立木密度の低い森林より立木密度の高い森林において $\alpha$ 波出現時間が多い傾向がみられる。

温熱環境と心理反応及び生理反応の関係においては、

- ① SOL AIR TEMPERATURE と空間因子の関係はみられない。
- ② SOL AIR TEMPERATURE が高いほど温熱・快適性因子があたたかい側になる傾向がみられる。
- ③ SOL AIR TEMPERATURE が高い場合に $\alpha$ 波出現時間の抑制傾向がみられる。

心理反応と生理反応の関係においては、

① 空間因子が開放側になるほど $\alpha$ 波出現時間が少ない傾向がみられる。

② 比較的気温の低い実験時には、温熱・快適性因子があたたかい側になるほど $\alpha$ 波出現時間が多く、比較的気温の高い実験時には、温熱・快適性因子がすずしい側になるほど $\alpha$ 波出現時間が多い傾向がみられる。

以上のとおり、立木密度（森林構造）が SOL AIR TEMPERATURE（温熱環境）、空間因子及び温熱・快適性因子（心理反応）、 $\alpha$ 波出現時間（生理反応）にそれぞれ一定の影響を及ぼしていることが示され、さらに、温熱環境が被験者の心理反応、生理反応に影響を及ぼし、心理反応と生理反応が相互に関連している傾向がみられた。

したがって、これらの関係から、森林構造から森林環境を経て、心身反応に至る一連の関係が示されたものと考えられる。



## IX. 摘要

本研究では、森林環境をヒトの活動環境として位置づけ、森林環境下におけるヒトの心身へのプラス効果を保健休養効果として位置づけた。

そのうえで森林の保健休養効果発現における森林構造－森林環境－ヒトの心身反応の一連の関係を想定し、各要素の特徴と、相互の関係を多角的に明らかにすることを本研究の目的とした。

研究対象として、針葉樹人工林の試験林に4試験区を設置し、コントロールされた森林構造下における環境要素の継続観測や心理実験、生理実験を繰り返し実施する従来の研究にはみられない体制を実現した。

### ① 試験林・試験区

岩手山南麓のカラマツ、アカマツ人工林（約40年生）に立木密度等を変えた4試験区を設け、対照区を草地に設けた。各試験区及び草地に観測地、実験地を設け、温熱環境の観測、心理実験、生理実験の対象とした。

### ② 温熱環境

森林環境の要素として温熱環境をとりあげ、気温、相対湿度、全天日射量、風速の各気象要素を、春夏秋冬の各季7日間観測し、OXFORD INDEX、WINDCHILL INDEX、SOL AIR TEMPERATUREの各温熱指標とあわせ

て検討した。

各気象要素、温熱指標に森林と草地、試験区相互の差がみられ、WINDCHILL INDEX、SOL AIR TEMPERATURE 等により森林内は草地に比べて、立木密度の高い森林は立木密度の低い森林に比べて、より快適な活動環境であることが示された。

### ③ 心理反応

心理反応の要素としてSD法により抽出される心理構造をとりあげ、季節、被験者の異なる6グループ（88名）による実験を行い、結果を検討した。

心理構造の主体をなす因子軸に空間因子と価値因子が位置づけられ、立木密度と空間因子の間に定量的な関係が認められるなど、森林構造の心理構造への反映が認められた。

### ④ 生理反応

生理反応の要素として脳波（ $\alpha$ 波出現時間）をとりあげ、2被験者による季節の異なる7回の実験を行い、その結果を検討した。

椅座位開眼の姿勢において実験地間の違いが多く認められ、森林においては草地より緊張が少ない状態にあることが示された。また、森林（試験区）に対する反応には、被験者の好みに符合する傾向がみられた。

### ⑤ 森林環境とヒトの心身反応の関係



森林（草地）の構造、温熱環境、心理反応、生理反応の関係について生理実験時のデータを得て検討した。

森林構造（立木密度）と温熱環境（SOL AIR TEMPERATURE）、心理反応（空間因子）、生理反応（ $\alpha$ 波）のそれぞれの間には各単独要素と同様の関係がみられ、また、立木密度と心理反応（温熱・快適性因子）、温熱環境（SOL AIR TEMPERATURE）と心理反応（温熱・快適性因子）の間に関係がみられた。さらに、心理反応（空間因子、温熱・快適性因子）と生理反応（ $\alpha$ 波）の関係もみられた。

これらの結果により、森林の保健休養効果を事例的に示すとともに、森林の保健休養効果に係る森林構造、森林環境、心理反応、生理反応の一連の関係を実証した。

また、ここに示された諸要素の関係は、森林の保健休養効果の基礎をなすものである。

さらに、立木密度処理による温熱環境の定量的な調整、心理反応生理反応の調整の可能性が示され、保健休養効果の維持・増進を目的とした森林施業技術の基礎となるものである。

## X. 謝辞

この研究は1992年4月から1995年3月まで岩手大学大学院連合農学研究科において行ったものである。本研究を遂行するに当たり、終始懇切丁寧な御指導を賜った岩手大学大学院連合農学研究科村井宏教授に謹んで感謝の意を表す。

本論文の御校閲をいただき、貴重な御指導と御助言をいただいた岩手医科大学医学部衛生学公衆衛生学講座角田文夫教授、山形大学農学部生物環境学科高橋教夫教授、帯広畜産大学畜産学部畜産環境科学科丸山純孝教授、岩手大学農学部農林生産学科岡田秀二教授、同科比屋根哲助教授に謹んで感謝の意を表す。

本研究の指導教官として貴重な御指導と御助言をいただいた前岩手大学農学部農林生産学科安藤貴教授、岩手大学農学部付属演習林杉田久志助手に謹んで感謝の意を表す。

本研究における試験林・試験区の設定・運営、観測、実験の実施に当たり、多大な御援助、御助力をいただいた小岩井農牧株式会社矢崎暢三社長、同山林緑化部五十嵐正夫部長、同部斎藤安正次長、同部田口春孝課長、同部岩根好伸氏に謹んで感謝の意を表す。

生理実験の遂行に当たり、貴重な御指導、御助力をいただくとともに、計測機器を借用させていただいた岩手医科大学医学部衛生公衆衛生学講座立身政信助教授、岩手大学教育学部保健体育科栗林徹



助教授に謹んで感謝の意を表する。

生理実験における脳波測定について、貴重な御指導、御助言をいただいた岩手大学教育学部教職科菅原正和教授、同保健体育科鎌田安男助教授に謹んで感謝の意を表する。

気象要素の観測・分析に当たり、貴重な御指導、御助言をいただき、特に、全天日射量のデータを提供していただいた岩手大学農学部農林生産学科太田岳史助教授、岩手大学大学院連合農学研究科院生橋本哲氏に謹んで感謝の意を表する。

また、試験林・試験区の設定・運営及び実験実施に当たり小岩井農牧株式会社山林緑化部の皆様に御助力をいただいた。実験の実施に当たり地産トーカン株式会社岩手高原スキー場店長平子田由則氏にはスキー場場内放送の制限に御配慮をいただいた。生理実験及びその予備実験に当たり岩手大学大学院農学研究科院生諸氏、岩手大学農学部林学科学生諸氏に被験者として御協力いただいた。生理実験に当たり岩手医科大学医学部衛生学公衆衛生学講座殷国慶氏に御助力をいただいた。心理実験に当たり岩手大学農学部農林生産学科学生諸氏、盛岡第一高等学校吉田元教諭、同校客本雄二教諭、同校生物部生徒諸氏、東北地域環境計画研究会会員諸氏、岩手自然の会会員諸氏、小岩井農牧株式会社小岩井農場社員及び御家族諸氏に被験者として御協力いただいた。試験区の森林構造調査に当たり岩手

大学農学部農林生産学科学学生諸氏に御助力をいただいた。これらの方々に謹んで感謝の意を表す。

さらに、私の職場である森林総合研究所東北支所の真宮靖治元支所長（現玉川大学農学部教授）、佐々木紀前支所長（現森林総合研究所北海道支所長）、緒方健支所長、同支所経営部の坂口精晤元部長（現森林総合研究所経営部経営管理科長）、同浦島勝前部長（現森林総合研究所企画調整科研究主任官）、同西村勝美部長、同部広葉樹林管理研究室の中北理室長には、岩手大学大学院における研究について、多大なご配慮をいただいた。謹んで感謝の意を表す。

ここに記した以外の方々を含め、多くの方々の御援助、御協力、がなければ本研究は完成しなかった。ここに改めて厚く感謝の意を表す。



引用及び参考文献

- ( 1)青木陽二(1993)環境知覚に関する最近の研究動向－樹木を中心とした環境知覚研究に向けて. 環境情報科学 22-3: 74-86.
- ( 2)BEDFORD, T. (1950)Environmental warmth and human comfort. British Journal of Applied Physics 2: 33-38.
- ( 3)朴賛雨・小林正吾(1993)スギ人工林の林内風景の評価に関する研究(Ⅱ)－スギ林内風景のイメージ解析. 森林計画学会誌 20: 47-59.
- ( 4)防災第1研究室(1973)林木の騒音防止効果調査例. 林業試験場研究報告 256: 85-91.
- ( 5)BRUCE, R. H. and GREGORY J. B. (1986)The scenic beauty temporal distribution method:An attempt to make scenic beauty assessments compatible with forest planning efforts. Forest Science 32: 271-286.
- ( 6)出口清孝(1986)屋外の気流を対象とした体感に関する既往の研究について. 日本建築学会九州支部研究報告 29: 109-112.
- ( 7)FANGER, P. O. (1973)Assessment of man's thermal comfort in practice. British Journal of Industrial Medicine 30: 313-324.

- ( 8) FANGER, P. O. , ÖSTBERG, O. , NICHOLL, A. G. M. , BREUM, N. O. and JERKING, E.  
(1974) Thermal comfort conditions during day and night.  
Europ. J. appl. Physiol. 33 : 255-263.
- ( 9) GAGGE, A. P. , STOLWIJK, J. A. J. and HARDY, J. D. (1967) Comfort and  
thermal sensations and associated physiological  
responses at various ambient temperatures. Environmental  
Reserch 1 : 1-20.
- (10) GAGGE, A. P. , Stolwijk, J. A. J. and NISHI, Y. (1969) The prediction of  
thermal comfort when equilibrium of maintained by  
sweating. ASHVAE Transactions : 108-125.
- (11) GAGGE, A. P. , STOLWIJK, J. A. J. and NISHI, Y. (1971) An effective  
temperature scale based on a simple model of human  
physiological regulatory response. ASHRAE Transactions 77  
: 247-260.
- (12) GAGGE, A. P. , NISHI, Y. and NEVINS, R. G. (1976) The role of clothing  
in meeting fea energy conservation guidelines. ASHRAE  
Transactions 82 : 234-247.
- (13) GAGGE, A. P. , Fobelets, A. P. and BERGLUND, L. G. (1986) A standard  
predictive index of human respnse to the thermal  
environment. ASHRAE Transaction 92 : 709-731.



- (14)原 菌 芳 信 ・ 村 上 智 美 ・ 林 陽 生 (1990) 密 度 の 異 な る ア カ マ ツ 林 の 緑 陰 の 熱 環 境 特 性. 造 園 雑 誌 53(5) : 233-238.
- (15)早 川 和 代 ・ 磯 田 憲 生 ・ 梁 瀬 度 子 (1988) 気 温 と 運 動 強 度 が 運 動 時 の 人 体 に 及 ぼ す 影 響 に 関 す る 研 究. 日 本 建 築 学 会 計 画 系 論 文 報 告 集 394 : 10-19.
- (16)早 川 和 代 ・ 磯 田 憲 生 ・ 梁 瀬 度 子 (1989) 夏 期 に お け る 気 温 と 湿 度 が 運 動 時 の 人 体 に 及 ぼ す 影 響 に 関 す る 研 究. 日 本 建 築 学 会 計 画 系 論 文 報 告 集 405 : 47-55.
- (17)堀 繁 (1988) 「 聖 」 と 「 清 」 に よ る 森 林 風 景 の 意 味 的 分 類. 造 園 雑 誌 51(5) : 281-286.
- (18)堀 越 哲 美 ・ 小 林 陽 太 郎 ・ 土 川 忠 浩 ・ 福 島 重 治 (1987) 修 正 湿 り 作 用 温 度 ・ 温 熱 風 速 場 ・ 有 効 放 射 場 お よ び 減 効 湿 度 場 に よ る 温 熱 環 境 条 件 の 人 体 影 響 表 現 方 法 の 検 討. 日 本 建 築 学 会 計 画 系 論 文 報 告 集 380 : 12-23.
- (19)船 越 徹 ・ 積 田 洋 (1983) 街 路 空 間 に お け る 空 間 意 識 の 分 析 - 街 路 空 間 の 研 究 ( そ の 1 ) -. 日 本 建 築 学 会 論 文 報 告 集 327 : 100-107.
- (20)市 原 恒 一 ・ 豊 川 勝 生 ・ 山 田 健 ・ 大 川 畑 修 (1991) ヒ ノ キ 複 層 林 の 林 内 景 観. 造 園 雑 誌 54(5) : 191-196.

- (21)石井昭夫・片山忠久・塩月義隆・吉水久雅・安部嘉孝(1988)屋外気候環境における快適感に関する実験的研究. 日本建築学会計画系論文報告集 386: 28-37.
- (22)兜真得(1993)快適音楽聴取によるリラクゼーション効果と脳波変動について. 国立環境研究所研究報告 130: 63-71.
- (23)香川隆英(1991)京都北山における人工林のアメニティに関する研究. 造園雑誌 54(5): 185-190.
- (24)梶返恭彦(1987)視覚的な好ましきからみた森林構造. 環境情報科学 16(1): 75-80.
- (25)神山恵三・林順子(1988)生活周辺における香りの効果. 共立女子大学家政学部紀要 34: 82-92.
- (26)河野貴美子(1994)脳波から見た座禅および気功時の意識. 体育の科学 44(5): 340-345.
- (27)北村昌美・四手井綱英(1986)森林環境に対するフィンランドの住民意識について(Ⅲ)-好まれる林相と人手の問題. 日本林学会大会論文集 97: 83-84.
- (28)近藤三雄・小林毅夫・小沢和雄(1977)緑のもたらす心理的効用に関する基礎的研究(Ⅰ)-運動生理学的アプローチによる緑の心理的効用の計量評価について-. 造園雑誌 40(4): 32-39.



- (29) 近藤三雄・間仁田和行・横山容三・小沢知雄(1983)樹木、芝生の微気象調節効果に関する実証的研究. 造園雑誌 46(3): 161-175.
- (30) 久保博子・磯田憲生・梁瀬度子(1992)蒸暑環境における好まれる気流速度の人体影響に関する研究. 日本建築学会計画系論文報告集 442: 9-16.
- (31) LIND, A. P. and LEITHEAD, C. S. (1964) Heat stress and heat disorders. Churchill, London.
- (32) LOUISE, M. A. (1977) Predicting scenic beauty of forest environments some empirical tests. Forest Science 23: 151-160.
- (33) 真鍋靖司・増田昇・安部大就・金範洙(1990)大規模公園・緑地内の樹林評価に関する研究. 造園雑誌 53(5): 359-364.
- (34) 丸田頼一(1974)公園緑地内の気象. 造園雑誌 37(3): 33-55.
- (35) 三島孔明・藤井英二郎(1991)色彩と脳波特性に関する基礎的研究. 造園雑誌 54(5): 108-113.
- (36) 三浦利夫・飛岡次郎(1993)フォトモンタージュ法による緑空間の評価. 日本緑化工学会誌 19(2): 103-112.
- (37) 三浦豊彦(1968)至適温度の研究. 労働科学 44(8): 431-453.

- (38)宮崎良文(1990)植物香り成分の気分にあぼす影響 - その生理・心理的効果 -. 日本生気象学会誌 27: 36
- (39)宮崎良文(1992)木の香りが生体に及ぼす生理的・心理的影響. 日本木材学会大会研究発表論文集 42: 569-570.
- (40)村川三郎・西名大作(1988)現地実験、スライド実験および住民意識調査による河川環境評価の比較分析. 日本建築学会計画系論文報告集 384: 1-11.
- (41)中村隆治・藤井英二郎(1990)植物(ゼラニウム及びペゴニア)を見たときの脳波特性、特に $\alpha$ 波の量と周波数について. 造園雑誌 53(5): 287-292.
- (42)中村泰人(1987)生気象学的建築学の思想. 日本建築学会計画系論文報告集 373: 11-20.
- (43)中村嘉男・酒田英夫(1983)脳の科学II. 273pp, 朝倉書店, 東京.
- (44)中瀬勲・清田信(1988)春季の公園での熱的環境要因と人間行動との相互依存関係. 造園雑誌 51(5): 216-221.
- (45)中瀬勲・清田信(1989)温熱環境を基礎にした人々の反応行動モデルと造園計画・設計の方向. 造園雑誌 52(5): 253-258.
- (46)中山敬一・田畑貞寿・小林康平・三沢彰・田代順孝(1990)緑陰の微気象と快適性に関する研究. 造園雑誌 54(1): 1-6.



- (47)日本建築学会(1987)建築・都市計画のための調査・分析方法.  
244PP, 井上書院, 東京.
- (48)人間－熱環境系編集委員会(1989)人間－熱環境系. 408pp, 日刊  
工業新聞社, 東京.
- (49)貫行子(1987)音楽の生体に及ぼす影響. 騒音抑制 13(4): 112-  
117.
- (50)小川庄吉・長田泰公・山本弘・細川輝男・久野由基一・吉田敬  
一・磯田憲生・小林陽太郎・金光克巳(1974)至適温度条件に関  
する実験的研究. 公衆衛生院研究報告 23(2): 72-87.
- (51)小川庄吉・長田泰公・久野由基一・吉田敬一(1975)至適温度条  
件の季節差について. 公衆衛生院研究報告 24(4): 221-231.
- (52)岡島達雄・渡辺勝彦・小西啓之・菊池真二・若山滋・内藤昌  
(1987)街並みのイメージ分析－日本の伝統的街並みにおける空  
間特性(その1)－. 日本建築学会計画系論文報告集 379: 123-  
128.
- (53)岡上正夫(1971)保健保全林－その機能・造成・管理－. 林業試  
験場研究報告 239: 20-25.
- (54)大熊輝雄(1992)脳波判読 STEP BY STEP「入門編」, 406pp, 医  
学書院, 東京.

- (55) Osgood, C. E., Suci, G. J. and TANNENBAUM, P. H. (1958) Measurement of meaning. 342pp, Urbana University of Illinois Press.
- (56) 太田岳史・橋本哲・石橋秀弘(1990)表層融雪量に及ぼす森林の影響に関する基礎的検討. 日本雪氷学会誌 52(4): 289-296.
- (57) 大塚尚寛・関本善則(1994)SD法による露天採掘跡地の景観評価に関する検討. 資源と素材 110(2): 157-162.
- (58) ROWLEY, F. B., JORDAN, R. C. and SNYDER, W. E. (1947) Comfort reactions of 275 workers during occupancy of air conditioned offices. Heating Piping & Air Conditioning: 113-116.
- (59) 斎藤平蔵(1984)建築気候. 287pp, 共立出版株式会社, 東京.
- (60) 斎藤武史(1991)全天写真を利用した簡便な林内気温の推定法. 森林総研北海道研究レポート 27: 1-4.
- (61) 佐々木隆(1982)健康と気象. 197pp, 朝倉書店, 東京.
- (62) SIPLE, P. A. and PASSEL, C. F. (1945) Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. Proceedings of the American Philosophical Society, 89(1): 177-199.
- (63) 杉本正美・包清博之・金柄哲(1989)音を考慮したランドスケープ・スペースのデザインに関する研究. 造園雑誌 52(5): 259-264.



- (64) SULLIVAN, C. D. and GORTON, R. L. (1976) A method of calculation of WBGT from environmental factors. ASHRAE Transactions 82 : 279-291.
- (65) 鈴木仁一(1983)脱ストレスのための温泉療法. 日本温泉気候物理医学会誌 47(1) : 38.
- (66) 鈴木雅和・渡辺達三(1991)緑地植物の色彩データベース. 造園雑誌 54(5) : 125-130.
- (67) 鈴木修二・堀繁(1989)森林風景における自然性評価と好ましさに関する研究. 造園雑誌 52(5) : 211-216.
- (68) 多田充・金恩一・宮崎良文・藤井英二郎(1994)ブナ林および松林の生理・心理的効果の比較. 日本林学会大会要旨集 105 : 595.
- (69) 田中宏子・植松奈美・梁瀬度子(1989)空間の心理評価における評価対象および評価方法の検討. 人間工学 25(6) : 347-356.
- (70) 田中伸彦(1991)次元景観概念を導入した森林の取り扱いに関する一考察. 造園雑誌 54(5) : 179-184.
- (71) 都築和代・磯田憲生・梁瀬度子(1992)夏期における気温と気流が運動時の人体に及ぼす影響に関する研究. 日本建築学会計画系論文報告集 437 : 1-18.

- (72)植田理彦(1989)気候療法と森林浴. 公衆衛生雑誌 53(10): 672  
-675.
- (73)渡辺達三(1975)緑被の気温緩衝効果と緑度. 造園雑誌 38(3):  
25-28.
- (74)WINSLOW, C. E. A. and HERRINGTON, L. P. (1974)Temperature and human  
life. (温度と人間 - 温熱の生理衛生学, 北博正・竹村望訳,  
211pp, 人間と技術社, 東京)Princeton Univ. Press.
- (75)山田宏之・丸田頼一(1987)樹木の日射軽減作用に関する研究.  
造園雑誌 51(2): 84-94.
- (76)山田宏之・丸田頼一(1990)小規模樹林内における夏季の気温の  
低減について. 造園雑誌 53(5): 163-168.
- (77)山本剛夫・高木興一(1988)環境衛生工学. 263pp, 朝倉書店, 東京.
- (78)山崎忠久・飛岡次郎(1991)森林の持つ休養機能の評価に関する  
研究(Ⅱ) - 空間環境の違いが人間の生理的機能に与える影響 -.  
日本林学会大会論文集 102: 679-682.
- (79)山崎忠久・飛岡次郎・芝正己(1992)森林の持つ休養機能の評価  
に関する研究(Ⅲ) - 空間環境の違いが人間の生理的機能に与え  
る影響(2) - . 日本林学会大会論文集 103: 727-730.



(80) YATAGAI, O. , OHIRA, T. , UNRININ, G. , AZIZOL, A. K. , HAYASHI, Y. and OHARA, S.

(1988) Terpenes emitted from trees II - Terpenes in the  
atmospheres of forests. Mokuzaigakkaishi 34(1) : 42-47.

(81) 吉野正敏 (1961) 小気候. 274pp, 地人書館, 東京.