

(研究資料)

メッシュ解析による森林の生活環境機能の評価

天 野 正 博⁽¹⁾Masahiro AMANO: The Assessment of the Socio-culture Function
of the Forest by Mesh Analysis
(Research note)

要 旨：森林の公益的機能への認識が増すにつれ、機能を単なる概念としてではなく量として評価する必要性が、主に行政サイドから生じてきている。ここでは森林の公益的機能のうちの生活環境機能を計量化することを試みた。生活環境機能についての明確な定義はないが、生活の場に森林緑地が存在することだけで、この機能の大部分が発揮されるとみて差し支えない。そこで緑と空間との距離、つまりグリーンコンタクトの容易さを評価基準とした。解析の対象地域としては北関東の約70万 ha を取り上げ、LANDSAT データをベースとした。解析手法としてはメッシュアナリシスを用い、グラビティモデルの考え方を森林と人間との距離関係に適用することによって対象地域のどの部分に森林が欠乏し、どの部分に有効に利用しうる森林があるかを視覚的に提示することができた。また幾つかの統計的手法を用いて、北関東をその土地利用状況に応じて地帯区分するとともに、森林の分布状態に応じて各地区をパターン分類し、さらに森林と市街地との混在状態を指数表示することによって、需要、供給の両面から主にメッシュ図の形で定量データを提示した。

1. は じ め に

近年森林のもつ公益的機能に対する認識が高まってくるとともに、この機能を定量的に評価するための手法の開発が要求されるようになった。そこで森林のもつ公益的機能のうちで一般に生活環境機能と呼ばれているものについての計量化を試みたので、その結果を報告する。具体的な研究対象地域としては群馬、栃木、茨城の3県にわたる約70万 ha の地域(図1)をとりあげた。

森林の生活環境機能と一言でいってもその意味するところは多様であるが、生活の場に森林が存在することによってこの機能の大部分が発揮されると考えて差し支えない。そこで生活環境機能のうちで「グリーンコンタクト」といわれるものをとり出し、森林と接触しやすい地域ほど森林がもつ生活環境機能の恩恵をこうむっていると考えた。グリーンコンタクトの効果は、ある地域に住む人とそれを取りまく森林との距離によって決まるので、ある地域を対象として森林の生活環境機能の評価するにあたっては、その地域にどの程度の森林緑地がどのような形態で分布しているか、また同時に人間が生活を営んでいる居住地、特に市街地がこの森林緑地といかなる地理的關係にあるかが問題となる。したがってこの報告では距離の概念を基として森林の生活環境機能の評価することとした。なお評価は次の理由でメッシュ解析による手法を用いた。(i) 森林の生活環境機能は人と森林との距離が機能を評価するキーポイントとなるので、両者の位置関係を表わすには人為的な行政区画よりも機械的に区分されたメッシュ区画の方が自然である。(ii) 人口、産業構造といった社会的因子と森林データという次元の異なるベースの情報をつき合

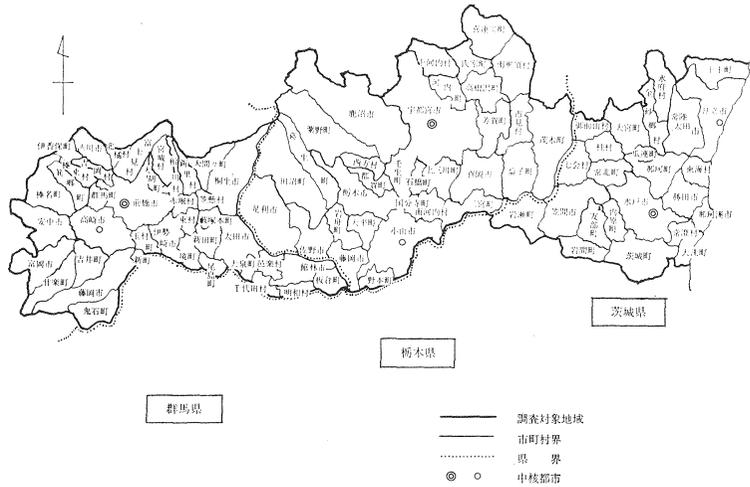


図1. 調査対象地域

わせる必要があるが、データをメッシュ単位の測定値に統一することによって同時に多変量データとして処理することが可能となる。(iii) メッシュデータは電子計算機での機械処理に適しているので、膨大な資料が迅速に集計、解析できる。またメッシュ図はコンピューター出力により直接作成できるので、生活環境機能のように広い地域を対象とした地理的解析が必要なときには、メッシュ図を視覚的に判断しながらデータ内容や解析結果を対話的に検討、再処理することが容易である。(iv) 森林の生活環境機能は森林と人間社会との相互関係によって初めて成立するものであり、全体的な土地利用計画の一環として組み込まれる性質のものである。したがってメッシュ図によって機能を計量化することは、他の土地利用計画と対応づける上で都合がよい。このような観点から解析結果もできるだけメッシュ図の形で表わすようにした。

なお報告書作成にあたっては、林業試験場経営部の紙野伸二部長、中島 巖第二科長、栗屋仁志測定研究室長から数々のご指導をいただいた。ここに厚く感謝の意を表します。また各種データの処理および解析には林業試験場 OKITAC-4500 のを使用した。その際数々のご援助をいただいた電算機室の方々にお礼申し上げます。

2. メッシュ解析の方法

1. メッシュの取り方

メッシュは5万分の1地形図を縦横10等分ずつした長方形メッシュを用いた。これは行政管理庁で標準メッシュと呼ばれているものを4つ合わせたものに相当し、東西に約2.25 km、南北に約1.83 kmの大きさとなる。今回の対象地域ではその数は1792個となった。

2. メッシュデータ

メッシュデータとしては表1にあげたものを利用した。メッシュマップとなっていないものについては、1メッシュあたり24~28個のドットを落とし、対象コードに落ちるドット点の割合をメッシュ区画の値とした。最終的には表2にあげた項目についてメッシュごとに調査、集計をした。なおここではLANDSAT データを基礎として解析を行ったので、これについて簡単に説明する。

表1. 資料一覧表

○ 植生区分図, 植生自然度図〔自然環境保全調査報告書（環境庁） 昭和50年3月
○ LANDSAT-1/MSS 画像/CCT〔NASA〕昭和47年11月26日撮像
○ 土壌図, 表層地質図, 起伏量, 谷密度図〔土地分類図（経済企画庁） 昭和49年
○ 地域メッシュ統計〔昭和45年度国勢調査結果（総理府）〕
○ 1/50000 地形図〔国土地理院〕
○ 空中写真〔国土地理院撮影〕

表2. データ一覧表

コード	項目	コード	項目
(1)	X 座 標 値	(19)	第 1 次 産 業 率
(2)	Y 座 標 値	(20)	第 2 次 産 業 率
(3)	人 工 林	(21)	第 3 次 産 業 率
(4)	天 然 林	(22)	林 業 就 業 者 数
(5)	特 用 樹 種	(23)	農 業 就 業 者 数
(6)	農 用 地	(24)	農 家 世 帯 割 合
(7)	草 地	(25)	起 伏 量
(8)	都 市 緑 地	(26)	標 高
(9)	その他(含市街地)	(27)	谷 密 度
(10)	森 林		
(11)	人 工 緑 地		
(12)	市 街 地 構 造 物		
(13)	無 立 木 地		
(14)	人 工 草 地		
(15)	水		
(16)	そ の 他		
(17)	人 口		
(18)	流 入 人 口		

地球資源衛星 (LANDSAT) からスキャナーでとられた情報はデジタルな形態をとるので、コンピューター処理には都合のよいデータとなる。そこで先程述べたメッシュを縦横 20 等分ずつして 1 メッシュあたり 400 個の小メッシュを作り、この小メッシュごとに LANDSAT から送られた 4 バントの波長特性から表 3 のように 13 項目の土地利用区分を行った。しかし LANDSAT から得られた情報だけでは現実には水田や河川敷であるべきところを都市と同じ範疇に入れるといったような土地利用上の誤分類が幾つか生じたので、空中写真および 5 万分の 1 地形図を用いてデータの修正を行い、最終的には先の 13 項目

表3. 土地利用区分一覧表

	判別クラス	コード	判別クラスの概略	統合後の項目
(1)	水 1	㊸	主として沿岸水	水
(2)	水 2	㊹	川や潮の浅い水	
(3)	樹 林	W	山地や平地の樹林全般	森 林
(4)	都 市	¥	主として大都市の市街地, 密集住宅地	市街地構造物
(5)	裸 地	/	宅地造成地, 工場敷地, 採石地	無立木地
(6)	草 地	L	主としてゴルフ場等の人工草地	人工草地
(7)	耕 地 1	・	明るい水田 (桐生南部)	人工緑地
(8)	耕 地 2	:	明るい畑 (桐生南部) および水田	
(9)	耕 地 3	I	畑 (宇都宮南部)	
(10)	耕 地 4	(	赤い畑 (桐生南部)	
(11)	耕 地 5	B	赤い水田 (宇都宮南部)	
(12)	耕 地 6	;	赤っぽい耕地 (山間の谷あい)	
(13)	耕 地 7	M	黒い畑 (宇都宮東部)	
(14)	そ の 他	ブランク	ブランク (1)~(13) に該当しないもの	そ の 他

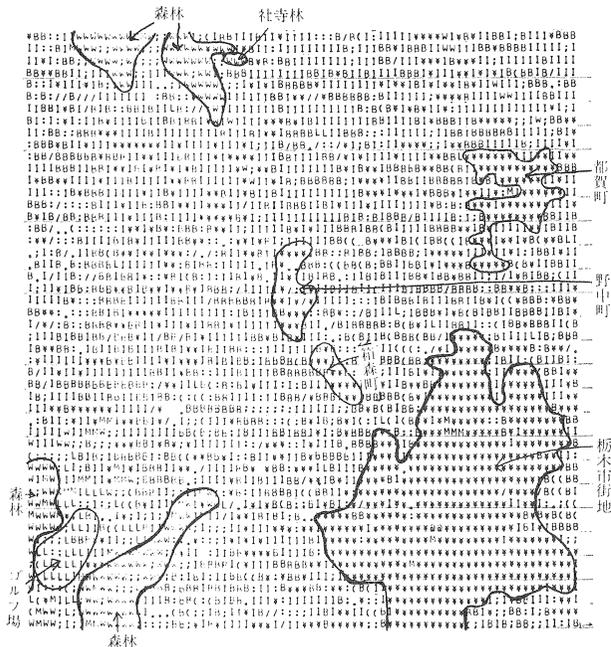


図2. 小メッシュによる土地利用区分図の例 (栃木市周辺)

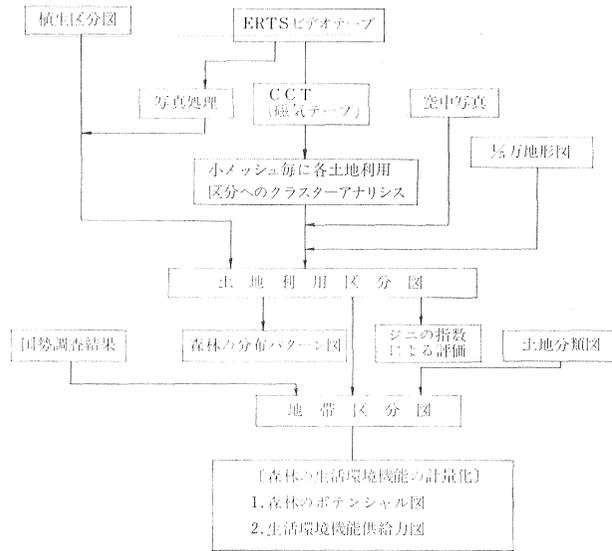


図3. 森林の生活環境機能解析の方法

を6項目に統合した。このデータを用いて5万分の1地形図に対応した土地利用区分図（図2）を作成し、これをデータベースとして解析を試みた。なおLANDSATのデータについては、（株）ユニバック総研から提供を受けた。

3. 解析の方法

北関東（以後調査対象地域をこのように総称する）の森林の生活環境機能について図3のような形で解析を試みた。まずLANDSATデータより土地利用区分図を作成し、それをもとにして調査地域を、1. 農山村地帯、2. 農村地帯、3. 都市地帯、に区分し各地帯ごとに土地利用の状況を調べた。つぎに森林の生活環境機能を森林と人の距離という面から評価したが、その接近の仕方としては北関東全域からみた森林の分布状態を扱うマクロ的な方法と、個々の都市ごとに市街地と森林との距離を調べるミクロ的な方法の2つのとらえかたをした。前者にはポテンシャルの概念を、後者には分結指数の概念を利用した。

3. 北関東における緑地の現況

1. 緑地の現況

北関東の緑地は森林が38%、森林以外の緑地が50%で両者を合わせて88%が緑地である。北関東全体での人口は350万人程度（昭和45年度）で南関東のような過密状態ではなく、土地利用区分図を見ても市街地のスプロール化といった現象はそれ程明瞭に発生するに至っていない。さて北関東の森林分布をメッシュ図で示すと図4のようになる。しかしこれを見ただけでは森林の生活環境機能が十分発揮し得る形で森林が分布しているかどうか判断することはできない。そこでまず、北関東を次に示す3つの地帯に区分し、各々の地帯での緑地の状況を調べてみた。

- (i) 農山村地帯；大半が森林でその中に農地や集落が点在する。
- (ii) 農村地帯；大半が農地でその中に森林や集落が存在する。
- (iii) 都市地帯；密集した市街地。

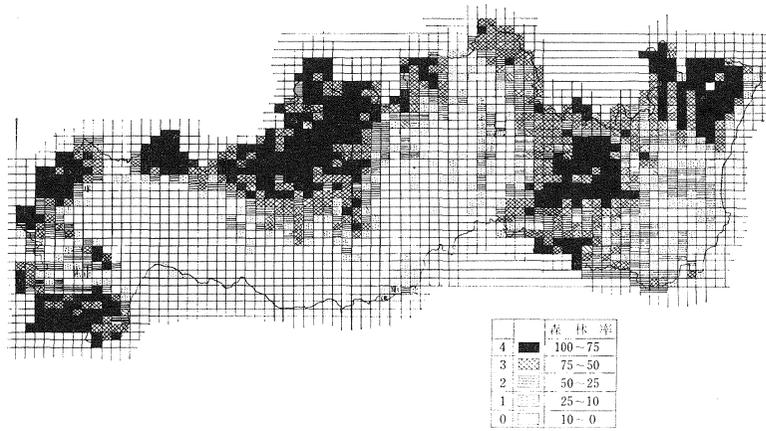


図 4. 森林 分布 図

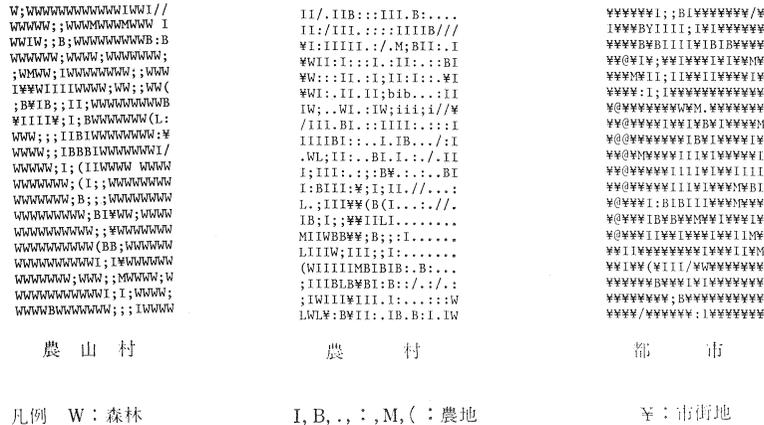


図 5. 各地帯の典型的パターン

なおこの地帯区分は典型的な土地利用形態を示すメッシュについては LANDSAT データによる土地利用区分図からどの地帯に区分されるか判定できるが、中間的なものについてはどの地帯に属するかを肉眼的に判定することは困難なので、各地帯の典型的な土地利用形態のメッシュが表 2 にあげた定量的なデータについてどのような特性を示すかを調べ、それを基準として、全メッシュについての地帯判別を行なった。図 5 に各地帯の典型的パターンを示す。

2. 地帯判別

1) 線形判別関数

各メッシュが 3 地帯のどれに属するかを判別するため線形判別関数を用いたので、これについて簡単にその概要を述べる。

同一の n 変数をもつ 2 つの母集団 G_1, G_2 からの N 個のサンプル

$$(x_{1\lambda}, x_{2\lambda}, \dots, x_{n\lambda}) \quad (\lambda=1, 2, \dots, N)$$

を考えると、これらは n 次元の標本空間にそれぞれ 2 つの群をなして存在していると考えられる。いまこの標本空間 S が図 6 に示されるように 2 つの変数 $(x_{1\lambda}, x_{2\lambda}) \quad (\lambda=1, 2, \dots, N)$ をもつ N 個のサン

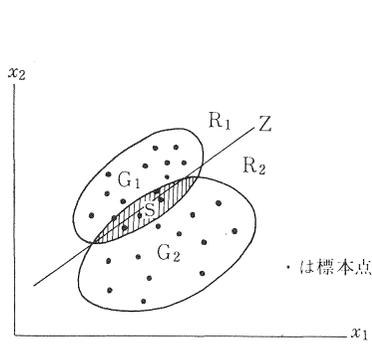


図6. 標本空間が2群に分割される場合

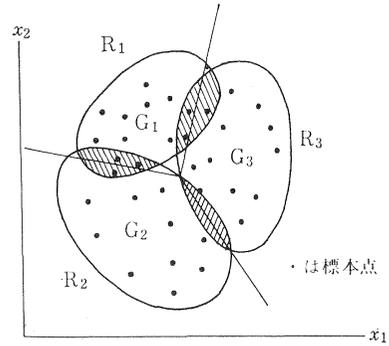


図7. 標本空間が3群に分割される場合

ルからなりたっているとき、 S を共通部分をもたない2つの領域 R_1 , R_2 に分割し、できるだけ G_1 のサンプル点が R_1 に、 G_2 のサンプル点が R_2 にあるような境界 Z_1 を求めたい。すなわちあるサンプルを G_1 , G_2 のどちらかに判別する場合、重複する部分において元来 G_1 からのサンプルであるはずのものが G_2 と判別され、 G_2 からのものが G_1 と誤判別される確率が最小になるように Z を決めたい。このとき線形判別関数は、

$$Z = l_1x_1 + l_2x_2 + \dots + l_nx_n$$

と表わされ、 Z が2群の成員を最もよく判別する量となるように l_i ($i=1, 2, \dots, n$) を決める。3群の場合は、図7のように3本の線形判別関数を用いることによって区分される。

2) 計算結果

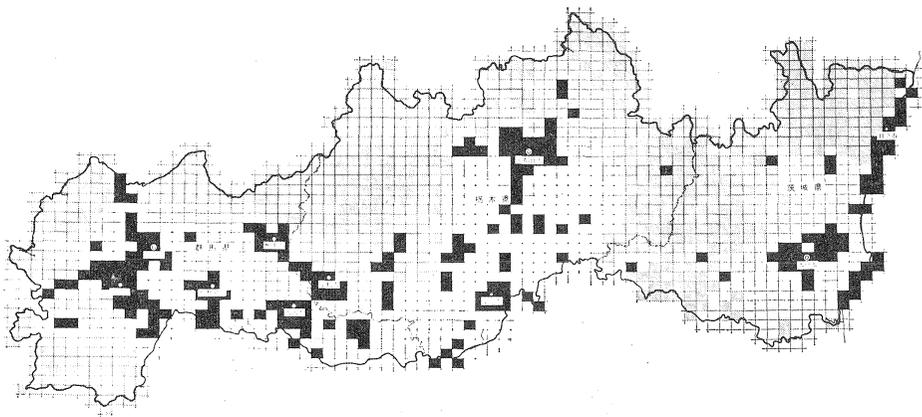
実際の計算にあたっては、2本の線形判別関数を計算しその辺同士を加えることによって3本目の線形判別関数が求められるので、ここでは農山村と農村、都市と農村を判別する関数を求め、農山村と都市とを判別する関数については、この両者辺同士を加合わせて求めた。作業としては、まずLANDSATデータから作成した土地利用区分図にメッシュをきり、約300個のサンプルメッシュを抽出し、そこで土地利用の形態から各メッシュを農山村、農村、都市に区分した。なお3つの地帯のどれとも判別しかねるメッシュについてはこれをサンプルから除外した。最終的には農山村地帯71個、農村地帯105個、都市地帯67個の計243個のサンプルを用いて判別係数を求めた。この時採用した変数は12個であり、結果は表4のようになった。この係数を用いてすべてのメッシュについて地帯区分した結果を図8に示す。各地帯別割合は、農山村地帯が42%、農村地帯が45%、都市地帯が13%となった。

3. 地帯別にみた緑地の状況

各地帯別に緑地の状況を調べたのが図9である。森林と耕地等を合わせた全緑地についてみると、都市地帯においてもかなりのメッシュが全緑地面積率での50%以上を占め、緑地面積が少ないのは大都市の中心部だけである。森林だけに限ると、都市地帯については森林率5%以下のものが65%もあり、農村地帯でも5%以下が約40%以上に達している。このことから北関東の平野部では耕地としての緑地には恵まれているが、森林緑地については極端に少ない地域が多いということができよう。したがって生活環境機能を担うべき森林は人の居住する地域には比較的少ないと推定される。

表 4. 判別関数による地帯判別の結果

	判 別 係 数		サンプルの平均値			
	農山村↔農村	都市↔農村	農山村	農 村	都 市	
判 別 に 用 い た 変 量	森 林	0.309×10^{-2}	-0.118×10^{-2}	78.0(%)	12.9(%)	5.0(%)
	人 工 緑 地	0.871×10^{-3}	-0.112×10^{-2}	19.5(%)	72.3(%)	47.3(%)
	人 口	0.690×10^{-5}	-0.328×10^{-6}	232.8(人)	1,547.9(人)	12,893.7(人)
	流 入 人 口	-0.192×10^{-3}	-0.144×10^{-5}	11.0(人)	221.8(人)	4,290.3(人)
	第 1 次産業就業者率	0.318×10^{-3}	0.789×10^{-3}	31.1(%)	54.3(%)	12.6(%)
	第 2 次産業就業者率	-0.228×10^{-3}	0.107×10^{-2}	11.1(%)	22.8(%)	44.0(%)
	第 3 次産業就業者率	-0.751×10^{-3}	0.110×10^{-2}	7.8(%)	20.8(%)	42.5(%)
	農 業 者 数	-0.690×10^{-5}	0.216×10^{-4}	74.4(人)	404.9(人)	283.1(人)
	農 家 世 帯	-0.911×10^{-4}	-0.945×10^{-3}	38.2(%)	66.2(%)	13.7(%)
	起 伏 量	0.373×10^{-2}	-0.123×10^{-2}	3.9	0.46	0.5
	標 高	0.870×10^{-3}	-0.873×10^{-4}	24.2	8.1	6.7
	谷 密 度	-0.308×10^{-4}	0.497×10^{-4}	25.1	30.9	22.0
	判別分岐点 P	0.181×10^{-1}	0.970×10^{-2}			
	群の推定基準	農山村 $Z > P$	都市 $Z > P$			
農村 $Z < P$		農村 $Z < P$				
判別効率 (マハラノビスの距離)	0.188	0.879×10^{-1}				
サンプルについての適中率	98.8%	97.6%				



凡 例
 ■ 都市地域
 □ 農村地域
 ▨ 農山村地域

図 8. 北関東地帯区分図

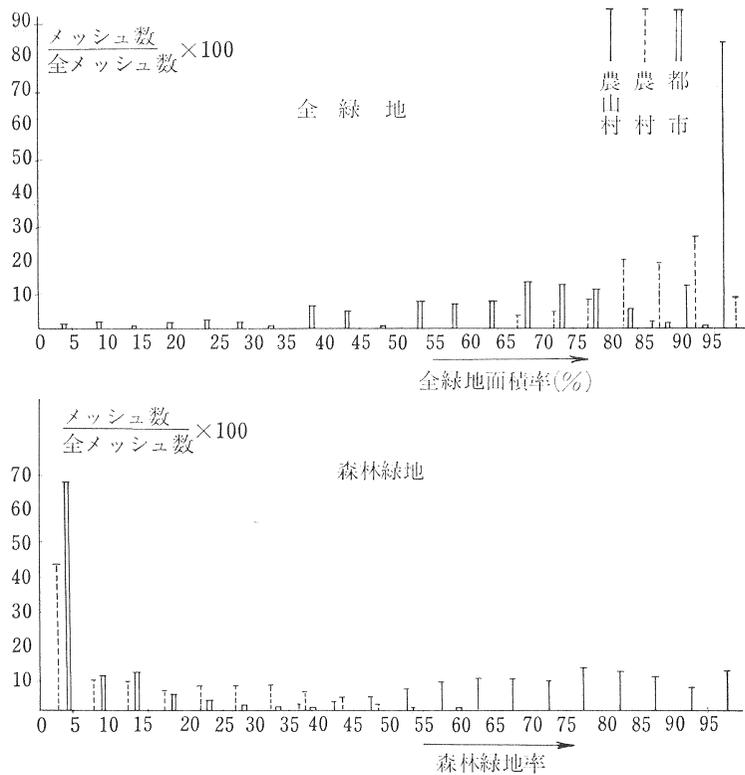


図9. 緑地率とメッシュ数の関係

4. 森林の分布パターン

北関東における森林の分布は図4のようになっている。しかしある地域の森林率がわかっているにもかかわらず、それが1つの塊りとして存在する森林なのか、あるいは小さな森林に別れて散在しているかで森林が生活環境に及ぼす影響も異なってくる。したがって保健休養林のようなものを設定するにしても、そこでの森林の分布形態を事前に把握しておく必要がある。そこでこの分布形態を森下によって提唱されたI- δ 法を用いて調べることにした。

北関東の森林分布パターンを調べるにあたって、まず1/25,000地形図と対応する地域を1つのブロックとして、この地域全体での森林分布パターンを考えることにした。そうすると1ブロックあたりメッシュが25個、小メッシュとしては1万個が含まれることになる。ここで森林に区分された小メッシュをI- δ 法でいう個体と考え、2×2から64×64までのメッシュのコードラートについてそのI- δ 値を求めた。各ブロックのコードラートサイズとI- δ の関係から北関東の森林は図10に示したように6グループに分類される。各グループの森林分布パターンをコンピューター・マップで図示すると、図11のようになる。この結果を用いて北関東の森林分布パターンをブロックごとに表わずと図12のようになる。ただし桐生以西についてはLANDSATのデジタル情報が入手できなかったため、除かれている。この図から水戸、宇都宮の周囲には塊状の森林があり、また日立も市街地が海と山岳林にはさまれた形となっているので、これらの都市については都市近郊林の整備に際してはその中核となる森林の確保は可能である

が、小山、藤岡、館林、太田といった利根川流域は森林緑地に乏しく、散状に小さな森林が存在するにすぎないことが判明した。

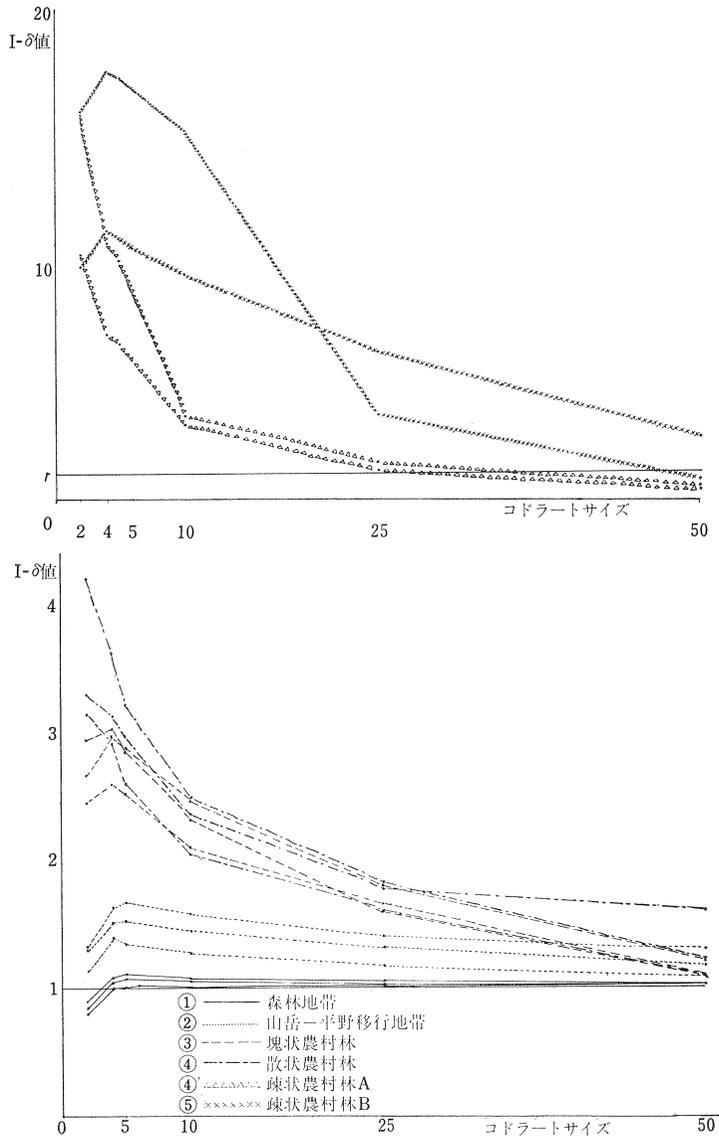


図10. コドラートサイズとI-d値の関係

BLOCK= 4 NN= 2



図11-1. 森林地帯（2.5万分1地形図＝番場）



图 11-2. 山岳→平野移行地帯 (2.5 万分 1 地形图=下野大栢)

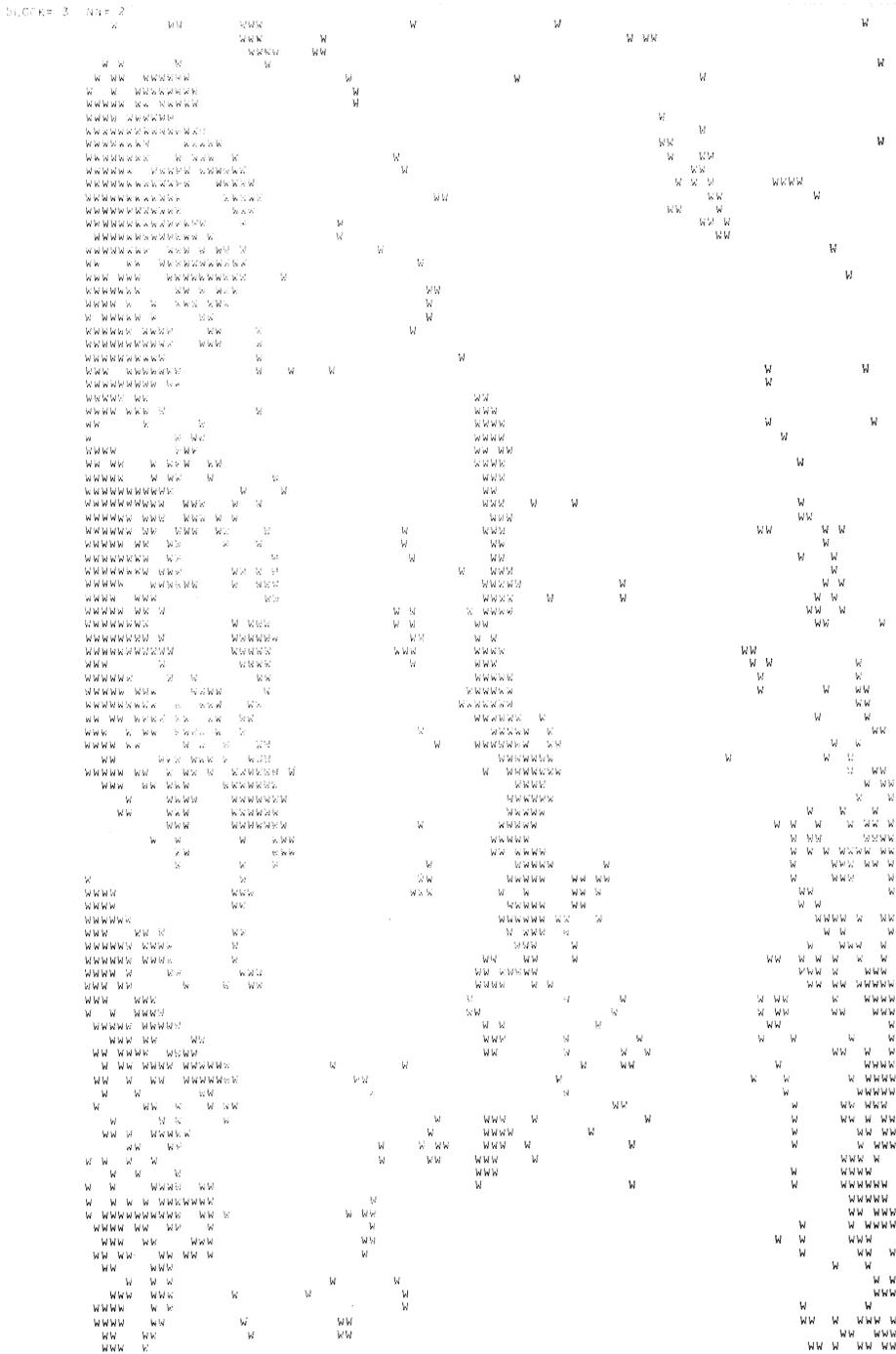


図 11-3. 塊状農村林 (2.5 万分 1 地形図 = 宝積寺)

BLOCK= 6 NN= 1



图 11-4. 散状農村林地帶 (2.5 万分 1 地形圖=壬生)

BLOCK= 7 NN= 2

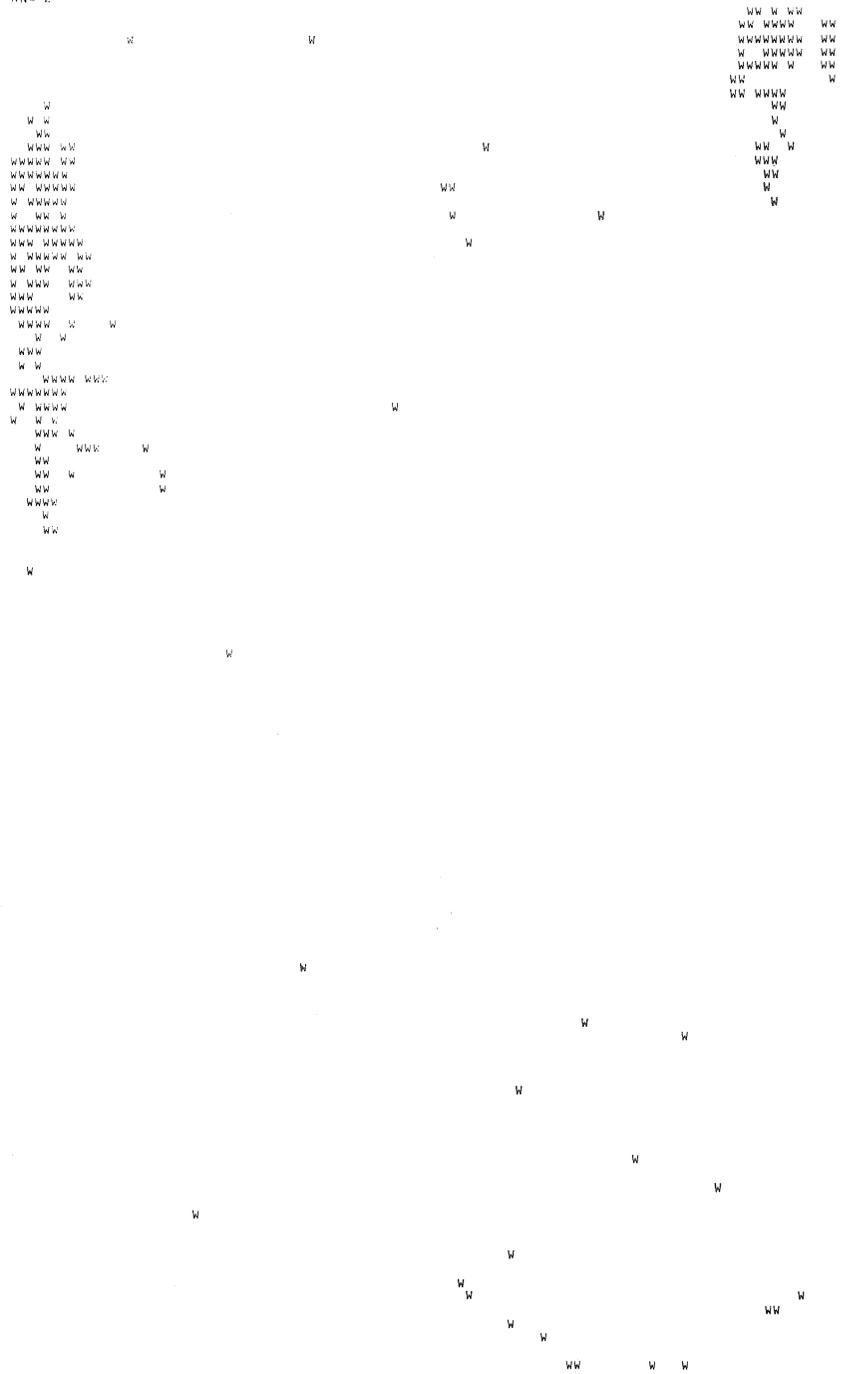


図 11-5. 疎状農村林A地帯（2.5万分1地形図=足利南部）

BLOCK= 9 NN= 1



图 11-6. 疎状農村林B地帯 (2.5 万分 1 地形図=深谷)

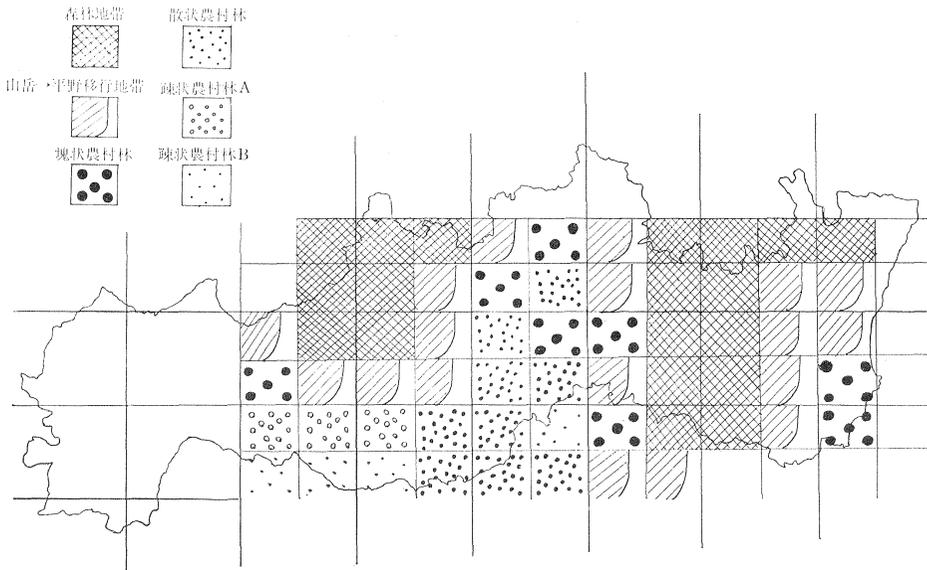


図12. 北関東森林分布パターン図

4. 生活環境機能の立場からみた森林の評価

1. グラビティモデル

人々がグリーンコンタクトのために要する距離を評価するのにグラビティモデルの概念を用いた。グラビティモデルについて、イエーツ著「計量地理学序説」を引用してその概略を述べる。

グラビティモデルは物質の相互作用を表わす尺度として、物理学とくにニュートンの万有引から導かれたものである。地理学ではこれを2点ないし2地域間の相互作用の測度として考える。すなわち、2点間 i, j の相互作用は2点における質量の積を2点間の距離で除したもので、モデルは、

$$l_{ij} = \frac{M_i M_j}{d_{ij}}$$

と表わされる。例として2つの地点 i, j 間の移動人口の推定を考える。この場合質量に関する操作上の定義として各々の場合の人口 P_i, P_j を採用することができる。両地点に居住する人口が同一の移動性向をもつとすると、距離上の制約は2点間の移動費用あるいは別の距離に関する指数 d_{ij} で表わされる。いま距離の効果が弱まるにつれ指数の値が小さくなるものとすれば、2地点間のモデルは、

$$l_{ij} = \frac{P_i P_j}{d_{ij}}$$

となる。この例をある地点 i と他のすべての地点 (n 個あるとする) との間の人口フローの問題に拡張するなら、この式は、

$$\sum_{j=1}^n l_{ij} = \sum_{j=1}^n \frac{P_i P_j}{d_{ij}} = P_i \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}}$$

となる。 $\sum_{j=1}^n l_{ij}$ を P_i で割ったものを V_i とすると、この値 V_i は地点 i と他のすべての地点間の人の流れを人口1人当たりについて示したものとなり、 i における人口ポテンシャルと呼ばれている。北関東

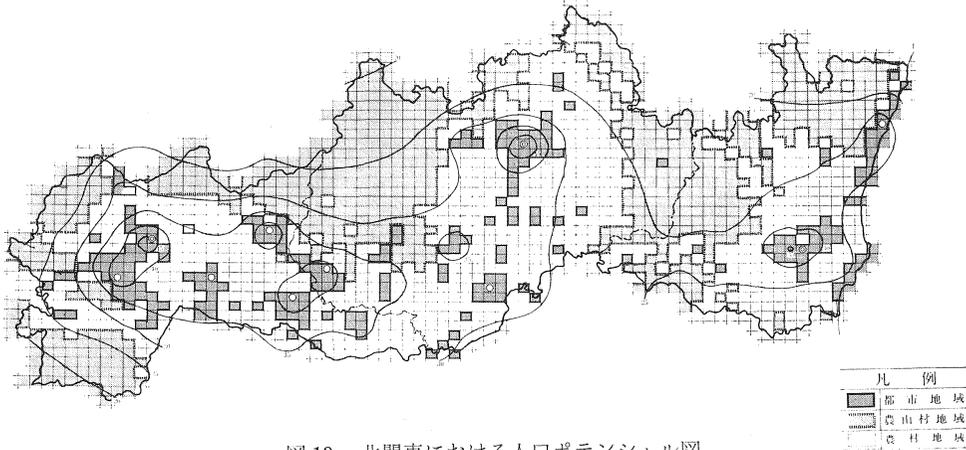


図13. 北関東における人口ポテンシャル図

における人口ポテンシャルは図13のようになった。

この概念は、ドットマップに代表される絶対的人口分布や人口密度の分析が、人口が機械的に「存在」という事実のみを取りあげているのに対して、「存在」することにより他の人口とどんな関係を有しているかを問題にするものである。このグラビティモデルの概念を導入して、森林と人との関係をポテンシャルによって表現することとした。

2. 森林緑地ポテンシャル図

いま図14のような市街地と森林の配置を想定する。AとBのメッシュはともに森林率が0に近い市街地である。しかし森林までの距離を考えた場合、Aのメッシュの人はBのメッシュの人の倍の労力をかけなければ到達できない。つぎにCとDのメッシュを比べたとき、ともに高い森林率ではあるがCは森林の外縁に位置しているのにたいしDはその周囲を森林に囲まれているので、Dに住む人はCに住む人に比べ同じ労力でより多くの森林に接近することができる。つまりあるメッシュがどの程度森林緑地に恵まれているかを調べるには、そのメッシュ内の森林だけでなく、そのメッシュの周囲にある森林についての情報も必要となる。いまある特定のメッシュから森林へ接近する容易さは森林までの距離に反比例し、到達した森林が大きい程そこでのグリーンコンタクトの享受量が大きであると仮定すると、 i 番目のメッシュの人が森林緑地を利用できる大きさ V_i は、

$$V_i = \frac{P_1}{d_{i1}} + \frac{P_2}{d_{i2}} + \dots + \frac{P_{i-1}}{d_{i,i-1}} + \frac{P_{i+1}}{d_{i,i+1}} + \dots + \frac{P_n}{d_{in}} + \frac{P_i}{d_{ii(=0.5)}}$$

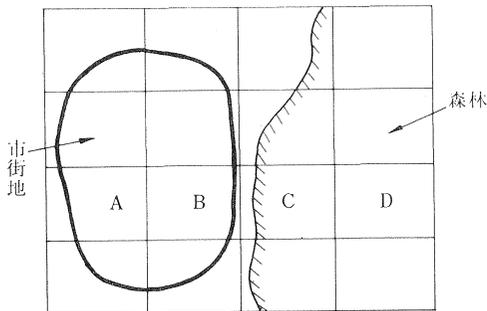


図14. 市街地と森林の距離関係のモデル

となる。ここで P_j は j 番目のメッシュのもつ森林の大きさであり、 d_{ij} は i, j 間の距離である。 V_i は先に述べたグラビティモデルにならえば、 i 番目のメッシュの森林緑地に対するポテンシャルといえる。このようにして計算した各メッシュのポテンシャルを等ポテンシャル曲線で表現したのが森林緑地ポテンシャル図(図15)であり、マク

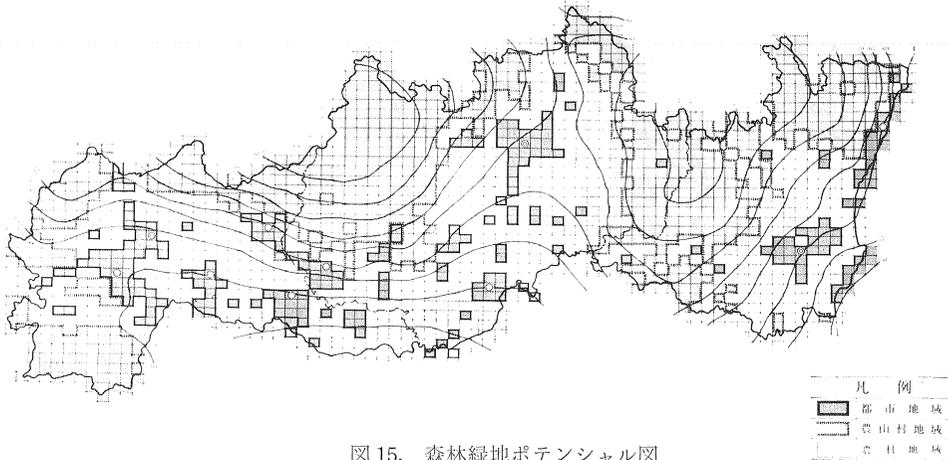


図 15. 森林緑地ポテンシャル図

口的にみた森林の分布状態である。この図でポテンシャルの低いところほど森林環境力が欠乏していると考えられるので、生活環境機能を目的として森林を整備する際は、低ポテンシャル地域に重点が置かれることが望ましい。なおポテンシャル値を計算するにあたっては、調査地域のほぼ倍の面積にあたる群馬、栃木、茨城全県を対象とした。

3. 生活環境機能供給力図

前項では森林を利用する側である人の立場に立って評価を試みた。ここではグリーンコンタクトの場を提供する個々の森林の立場で計量化を試みた。いま図 16 のように市街地と森林が配置されている地域を考える。

AとBのメッシュは同じ大きさの森林 α と β をもっている。しかし α は市街地に接しているの

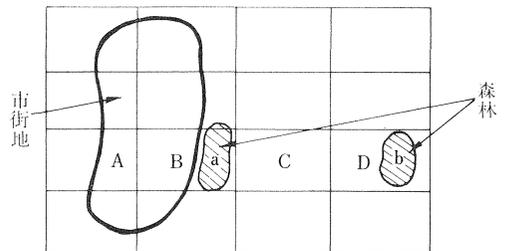


図 16. 市街地と森林の距離関係のモデル

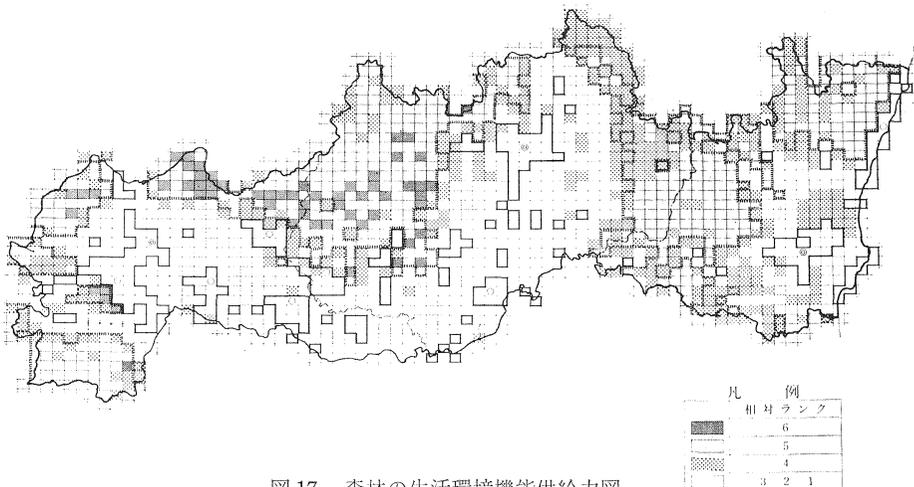


図 17. 森林の生活環境機能供給力図

で、人々に生活環境機能を供給する機会は β より多いと考えられる。また森林が人々を受け入れる容量は森林の大きさに比例すると思われる。これらのことから i 番目のメッシュに存在する大きさ f_i の森林は、 j メッシュに住む m_j 人の人へ $f_i \times (m_j/d_{ij})$ の大きさに生活環境機能を提供できると考えられる。そうすると対象地域全体を考えたとき、 i 番目のメッシュの森林が n 個のメッシュに生活環境機能を供給するとき、その大きさ S_i は

$$S_i = f_i \times \left(\frac{m_1}{d_{i1}} + \frac{m_2}{d_{i2}} + \dots + \frac{m_{i-1}}{d_{i,i-1}} + \frac{m_{i+1}}{d_{i,i+1}} + \dots + \frac{m_n}{d_{in}} + \frac{m_i}{d_{ii(=0.5)}} \right)$$

となり、これは i 番目のメッシュの森林の大きさにそこでの人口ポテンシャル値を掛けたものになる。この S_i を 5 つのランクに区分したのが生活環境機能供給力図 (図 17) である。この図は前項と同様に北関東という大きな枠から生活環境機能をみたときの各メッシュにおける森林の重要度と考えることができる。

4. 都市およびその近郊での緑地と市街地の分布状況

いままではマクロ的な意味での森林と人との位置関係を問題にしてきたが、この項では特定の都市を対象を狭めて、そこでの森林と市街地の分布パターンからグリーンコンタクトの容易さを調べた。したがってこのグリーンコンタクト効果は日常的なものに限られてくる。例として前に作成した地帯区分図を用いて宇都宮と水戸、勝田の 2 つの都市を選んだ。なお、水戸、勝田は行政区画は異なるが、地帯区分の結果から 1 つの市街地とみなした方が自然なので、ここでは両者を合わせて一つの都市とした。さて日常的グリーンコンタクトが問題となる都市林や都市近郊林については、人々が常にそれに隣接する形で生活することが望ましい。したがってグリーンコンタクト効果は市街地と森林が混在している程よく発揮されると考えられる。そこで森林と市街地がどの程度混在しているかをメッシュ解析の一手法であるジニの指数を用いて調べてみた。

まずジニの指数についてその概略を述べる。いまある大きさのメッシュを土地利用区分図 (図 2) にかぶせ、各メッシュに含まれる森林と市街地の小メッシュの数を調べて表 5 を作成する。この表の数値から次の 4 つの変数を定義する。

$$\begin{aligned} q_i &= \frac{N_i}{T_i} & P_i &= 1 - q_i = \frac{W_i}{T_i} \\ x_i &= \frac{N_i}{N} & y_i &= \frac{W_i}{W} \end{aligned}$$

そしてメッシュを q_i の大きい方から順に並べたときの累積比率を X_i, Y_i とすると、

$$X_i = \sum_{j=1}^i x_j \quad Y_i = \sum_{j=1}^i y_j$$

となる。いま水平軸に市街地の累積比率 Y_i をとり、縦軸に森林の累積比率 X_i をとると一種のローレン

表 5. ジニの指数のためのオリジナル・データ

メッシュ番号	No. 1	No. 2	.....	No. l	.....	No. k	計
森 林	N_1	N_2	.....	N_i	.....	N_k	N
市 街 地	W_1	W_2	.....	W_i	.....	W_k	W
計	T_1	T_2		T_i		T_k	T

ツ曲線が得られる。この曲線は森林と市街地が各メッシュに均等に分布しているときには直線 $y=x$ に一致し、不均等さが増すにつれ直線 $y=x$ から右下に離れていく曲線となる。したがって直線 $y=x$ と累積比率 X_i, Y_i によってつくられる曲線に囲まれた面積が小さい程、森林と市街地が混在してグリーンコンタクトにたいし効果的な配置をしているといえる。この $y=x$ と曲線によって囲まれた面積 S はつぎの式によって近似できる。

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i-1}Y_i - \sum_{i=1}^n X_iY_{i-1}}{2}$$

この S を 2 倍したものがジニの指数と呼ばれ、2 つの異なる集団がどの程度混在しているかを示す指標として用いられている。

宇都宮と水戸、勝田の 2 つの都市圏にたいしメッシュサイズをいろいろ変えて、それに対応したジニの指数を計算すると図 18 のようになった。メッシュサイズは 1 メッシュあたりに含まれる小メッシュ数で表わした。なお計算の対象とする都市圏については、土地利用区分図において市街地を形成していると思われる部分と、その周囲 2 km を考えた。この図において水戸、勝田の方が宇都宮に比して全体的にジニの指数が低いことから、日常的グリーンコンタクトに対する緑地の分布は前者の方が効果的であると考えられる。つぎに森林と森林+農地の 2 つの動きについては次のように解釈できる。

森林についてはメッシュサイズが 8×16 あたりまでは比較的緩やかな傾きだが、それ以上にメッシュサイズを大きくするとジニの指数は急激に低下する。これにたいし森林+農地はメッシュサイズが大きくなってもそれ程急激には低下しない。このことは農地と市街地が比較的入り組んだ形で存在していると同時に、かなり大きなメッシュをとってもそのメッシュ全体が森林+農地の緑地で占められている。つまり大きな団塊としての緑地が都市近郊に存在していることを示している。これに対して森林のみの場合には、

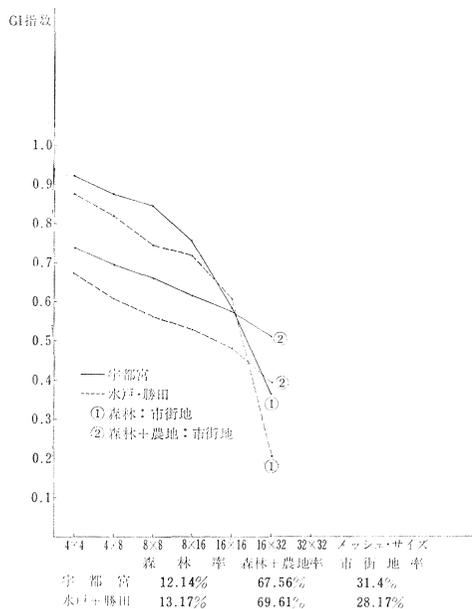


図 18. ジニの指数による市街地と森林の錯綜関係

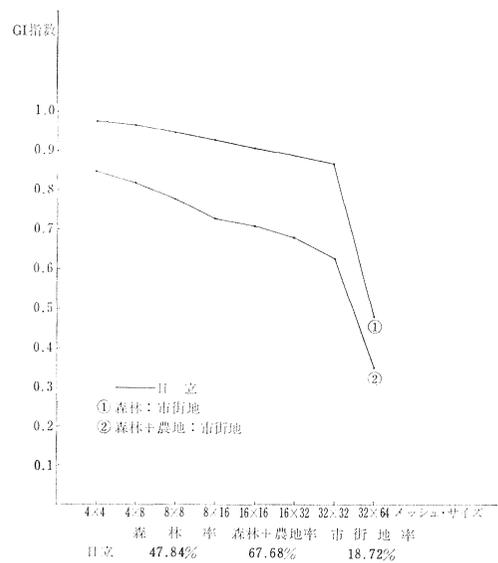


図 19. 日立市におけるジニの指数の動き

メッシュサイズが小さいとジニの値が高くなることから、市街地と森林はそれ程入り組んだ形では分布しておらず、またメッシュサイズを大きくするとジニの値は急激に減少することから、メッシュサイズが大きいときメッシュ全体を森林だけが占めるということがない。つまり大きな森林の団塊が少ないことを示している。つぎに先に述べた2つの地域とはかなり異なった分布形態を示すものとして日立市をとりあげてみた(図 19)。日立の場合メッシュサイズの大きさが32×32になるまでジニの指数値はほぼ横ばい状態で、そこから鋭角的に指数値が低下している。これは日立市の市街地が海と背後の丘陵地に挟まれてベルト状に発達しているため、緑地と市街地の境界線が単調となり、メッシュサイズが小さいときには同一メッシュ内に森林と市街地が混在することが少なく、メッシュサイズが市街地のつくるベルトの幅にある程度近くなると、急に森林と市街地が同一メッシュに含まれる割合が高くなることによる。

5. ま と め

森林の整備をするにあたって、そこでの森林の生活環境機能を考慮するためにはこの機能にたいする需要と供給の両面から森林をみる必要がある。今までいろいろな角度から調べてきたことを整理すると、需要面での現況を把握するための地帯区分図、森林ポテンシャル図と、供給面での現況把握である森林の生活環境機能供給力図、森林分布パターン図にわけられる。前者は需要が高いとみられる市街地や森林が少ない地域の存在を明らかにし、後者はそれに対して生活環境機能を提供し得る適当な森林がどのように存在するか否かを示す。これらのことを図示すると図 20 のようになる。

従来より曖昧な定義しかなされていない森林の生活環境機能を定量化するには、現象を何らかの形で切断し、定量的におさえることにより森林を数量的に取り扱えるようにモデル化しなければならない。ここではいろいろな形態でいろいろな場所に森林が存在しているという現象を、グリーンコンタクトの容易さという刃物で切ることによってモデル化を試みた。その結果土地利用の一環として森林の生活環境機能をみたとき、調査対象地域のどの部分に森林が欠乏し、どの部分に有効に利用し得る森林があるかをメッシュ図によって視覚的に提示することができた。なおこのような機能を定量化するということは、一般に行政サイドで生ずる要求であり、問題への接近の仕方でも機能の本質を明らかにするというより機能している現象をいかにして表現するかにより比重がかかり易い。この研究報告も行政からの要望を満たすことを第一に念頭においたため、現象を数量的に表現することだけをまず目的とした。しかし実際に個々の森林の生活環境機能を評価するにあたっては、樹種や林齢構成といった森林の質とそれに接する人々の心理状態という人間の主観に係わるメカニズムを解明することが必要である。その意味では、本報告はこうした領域にまで立ち入ってはいないが、提示した評価手法はマクロ的な立場で森林の生活環境機能を考える場合に有

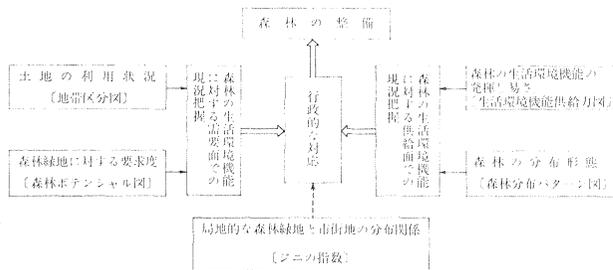


図 20. 森林の生活環境機能の評価方法

効である。

文 献

- 1) 林野庁：北関東森林地域開発保全計画調査報告書，昭和50年度国土総合開発事業調整費調査
- 2) 林業経営研究所：都市林，農林出版
- 3) MORISHITA, M.: Measuring of the Dispersion of Individuals and Analysis of the Distributed Patterns, Reprinted from the Memoris of the Faculty of Science, Kyushu University.
- 4) MAURICE, H. Y. (高橋潤二郎訳)：計量地理学序説，好学社
- 5) 安田三郎：社会統計学，丸善

The Assessment of the Socio-culture Function of the Forest by Mesh Analysis (Research note)

Masahiro AMANO⁽¹⁾

Summary

As the appreciation of many forest functions and their benefits to society are increasing necessity to assess not only the concept of functions, but the number of these functions.

We will try to assess one of these functions, the socio-culture function of the forest. The definition of this function is complicated, but it is sufficient to understand that this function comes into play if the forest is situated near a living area. So we take the distance between forests and men, i. e. the accessibility to forests, for a measure of the assessment.

The Northern Kanto district is taken up as the object area, and a network with rectangular meshes of 1.8 km and 2.2 km lateral length is set on the district. Accordingly, the result is presented as the figures of mesh maps. The data of this study is the remote sensing data from LANDSAT, and many other sources of information (Census, topographical maps, aerial photos, etc.) can be overlaid on this data in case of necessity.

At first we divide each mesh into 400 submeshes, and investigate the existing state of land use on each submesh. Based on these results, each mesh is classified into one of three zones (a mountain zone, a rural zone, or an urban zone) according to discriminant functions, and each mesh is also classified into one of six patterns of forest distribution by MORISHITA's I- δ based calculation of the characteristic of forest distribution. Thus we can show visually the characteristic of the Northern Kanto district as mesh maps from these classifications.

To assess the accessibility to forests, the map of the forest area potential and the map of the supplying faculty of the socio-culture function of the forest are composed by adapting the concept of a gravity model. The former shows the demand for the green area of forests on each mesh, and the latter shows the supplying faculty of this function of forests within each

Received March 15, 1977

(1) Forest Management Division

mesh. The value of the forest potential is given by

$$V_i = \frac{F_1}{D_{1i}} + \frac{F_2}{D_{2i}} + \dots + \frac{F_j}{D_{ji}} + \dots + \frac{F_n}{D_{ni}}$$

V_i ; the value of the forest area potential of the i -th mesh, n ; the number of meshes, F_j ; the forest acreage of the j -th mesh, D_{ij} ; the distance between the i -th mesh and the j -th mesh. So the smaller V_i is, the stronger the demand of green of forests. The supplying faculty of the socio-culture function of forests within the i -th mesh is given by

$$S_i = F_i \times \left(\frac{M_1}{D_{1i}} + \frac{M_2}{D_{2i}} + \dots + \frac{M_j}{D_{ji}} + \dots + \frac{M_n}{D_{ni}} \right)$$

S_i ; the supplying faculty of the socio-culture function of foreste within the i -th mesh, M_j ; the population of the j -th mesh. So the larger S_i is, the larger this function is.

Finally, in order to express the efficiency of the arrangement of forests supplying this function, we quantify the degree of a mixture of urban area and forest area by calculating the segregation index.

Rounding out these mesh analyses the method to assess the socio-culture function of forest is considered as in Fig. 21.

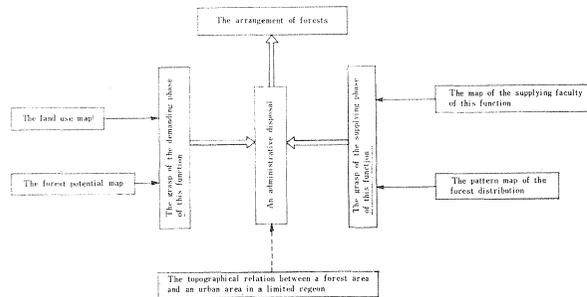


Fig. 21 The assessing method of the socio-culture function of the forest