研究報告

“グリーンポテンシャル”原理とその緑地分布構造把握化への適用

渡 辺 達 三*

Application of Green Potential Conception to Analyzing Open Space Structure

Satomi WATANABE

摘要: ある点Oにおける、質・量 a_i 、距離 r_i にある、質・量に関して $f(a)$ 、距離に関して $g(r)$ の影響力特性をもつ緑地 $A_i (i=1, n)$ の、当該特性にかかわる影響量を $f(a_i) \times g(r_i)$ で、表現すると、 n 個全体にかかわるそれを $\sum_{i=1}^n f(a_i) \cdot g(r_i)$ で表現出来るものと仮定する。

本論では、この値をグリーンポテンシャルと定義し、当該概念の応用により、緑地の分布現況から構造的緑地の摘・析出にかかわる考察を行った。

1. 序論

緑地の配置計画においては、地域の自然的、基盤的構造をなすべき緑地を与件として把握し、それを下敷に、構造をより強固にするための、あるいは人間の利用の必要にかかわる緑地を計画的に手当てしていくという筋道をとる場合が多い。緑のマスタープランにおける「緑地パターン」といわれるものも、人文的・社会的要求はもとより、そのような自然的、基盤的構造をなす緑地の現況を十分に反映するものでなければならないであろう。

このような構造的緑地、あるいは形成すべき緑地像を把握するうえで、明らかにされるべき緑地構造の内容は、地域における各構成小緑地が様に分布する“均霑タイプ”の構造をなすか、あるいは、その内に有意な位置関係にあるような小緑地群を含む“非均霑タイプ”の構造をなすか、そして、後者の場合での、計画に整合する形でのその実態・構造である。ここで有意な位置関係にある小緑地群とは相対的に相互に近距離か遠距離にあることによって特徴づけられるような小緑地群であり、それが存在するということは地域的に緑地密度の相対的に高い地区か低い地区が存在するということを意味する。

さて、緑地の分布現況が、その分布態様において、計画に対する規定性、換言すれば情報賦与性をより豊かに有するのは、さきの小緑地群を含む“非均霑タイプ”の構造をとるものである。小緑地の分散の空間的な偏差の実態＝構造を把握することによって、そこから、例えば、緑地の相対的な高密度地区のある部分にその積極的の手当てを行い明確な緑地軸の形成を促すとか、低密度地

Fig. 1. Distributinal types of green space.

区に補償的な緑地の導入を図るとかの計画上の諸契機を得ることができる。

相対的に近距離にあることによって特徴づけられる小緑地群の典型的または特殊な例として、空間位置上、視覚認識上、一体・連続化しているような団塊状、線状などの小緑地群＝“大緑地”をあげることができる。さらに、このような“大緑地”が計画の質とスケールに適合する形で与えられる場合、当該計画はその前提と方向にかなりの具体内容性を賦与されるものといえるが、もとより、それは常に保証されるものとは限らない。

ところで、“非均霑タイプ”にみられる、相対的に相互に近距離にあることによって特徴・意義づけられる小緑地群は、視覚認識上における一体・連続性の把握の可否の相違はあっても群内における構成小緑地間の位置関係という点ではさきの“大緑地”と同じ範疇に属すべきものである。以下ではこの空間位置的に定義される小緑地群を、その内部構成における密度の大小を問わず、“群状緑地”と呼称し、そのうち、とくに視覚認識上の一体・連続性に指標づけられるような密度の高い群状緑地を“視覚的群状緑地”と称するものとする。この“群

* 東京大学農学部

状緑地”は相当以上の密度を有する場合，“視覚的群状緑地”における緑地学上，生態学上の諸意義との相応の共通・類似性を有するものと推定される。実践上においても通常，“群状緑地”地区は他地区におけるよりもより少ない努力によって“視覚的群状緑地”への転化を図りうる。なお，この“群状緑地”は実態的に存在するものであるが，計画または分析のスケールと質に対応する形で，ある程度，構成上の操作が可能なものでもある。

著者は以上のような緑地構造と“群状緑地”の把握に適合する分析の手段として，グリーンポテンシャル解析のアイデアを得たのでその概要を若干の適用例をあげながら示すものとした。なお，同解析法は本来，ある機能に着目した緑地の影響，波及にかかわる量を表現するものとして開発したものであるが，今回は緑地そのものの分布構造把握への適用例として紹介するものである。

2. グリーンポテンシャル原理とモデル例

(1) グリーンポテンシャル原理とその意義

一般に緑地が存在すれば，その存在に基づくところの“影響効果”が考えられる。ここで“影響効果”とは緑地の存在が主要なまたは一の原因となってその周囲の事物もしくは人間に及ぼす緑地に固有的な“影響”とその発現結果としての“効果”をいい，それには，例えば，当該緑地を拠点とする自然力の発現による周辺地域への緑地化の形成作用という場合のように実質的な内容をとまうものはもとより，グリーンコンタクト効果の場合のように当該緑地は視覚されるだけで“影響”という点では実質的な内容の薄弱なダミーの“影響”にかかわる効果をも含むものとする。

ところで，この“影響効果”は緑地の存在のみによって成立するものではない。“影響”を及ぼすものとしての緑地の存在の他に，その“影響”を受けるものの存在，そして，その“効果”を成立させるための一定の条件が必要である。さきの緑地化作用では土壌面の存在と日照などの環境条件の充足が，グリーンコンタクト効果の場合では享受する人の存在とその人が当該緑地を視覚しうるような位置関係の保証が不可欠である。

いま，ある地点に注目し，その関係圏内（実質上，理論上）に存在する緑地による当該地点への“影響”を考えると，それは，当該地点における，周辺緑地の存在に基づく“影響効果”発現にかかわる潜在的，可能的な質・量を表現するものとなる。これがグリーンポテンシャルである。この可能的な質・量は当該地点における“影響効果”発現にかかわる受け入れ主体の存在とそのための諸条件具備の状況において，その内容との結合関係において，具体的・現実的な質・量となって発現する。

一般に緑地の“影響効果”（質）は多様であり，グ

g_i : condition of green space I
0 : station of green potential
 r_i : distance from I to 0

Fig. 2. Green spaces and green potential.

リーンポテンシャルの量的把握は，それぞれの質に対応しそれに適合する形でなされなければならない。ここでは，最も単純に，その大きさが，関係圏内に存在する緑地の質・量，および当該地点と緑地との間の距離に規定されるものとして把握するのに適的なある特定のものの“影響効果”を想定し，それにかかわるグリーンポテンシャルについて考察するものとする。そして，さらに単純化のために関係圏内に存在する緑地の質と量の諸元が一元的な量として処理されうるものとする。図-2で0点の周囲に量的に g_i と一元的に変換される質・量の緑地が距離 r_i で存在すれば， $Gp = \sum (g_i \times f(r_i))$ で表現されるような量を0点におけるグリーンポテンシャル値とする。ここで $f(r_i)$ は緑地の距離 r_i における“影響”量である。

以上，ここで問題とするグリーンポテンシャル値は，ある地点における，その周辺に存在する緑地の質・量とその空間位置的分布の要因によって規定されるような現実的，あるいは理論的な量である。さきの $f(r)$ は実態を忠実に反映する関数であったり，解析の目的によっては合目的的に操作される関数であったりする。

(2) グリーンポテンシャルモデル

グリーンポテンシャル原理の具体の適用例として，メッシュ手法を前提として，緑地の構造分析および“群状緑地”の析出などに適的なモデル例を手法上の記述もまじえながら考察するものとする。

まず，緑地の現況を単位1の正方形メッシュに規準化し配列する。1メッシュにおける量的に一元化された緑地の現況を a ， i' 行 j' 列のメッシュ $M_{i'j'}$ におけるものを $a_{i'j'}$ とする。これは求めるグリーンポテンシャルの内容に適合する判断基準によるものとするが，そこにおいて理論上考えられる最大値を $\max a$ ， $\max a_{i'j'}$ とする。

さて，メッシュ M_{ij} における P 段のグリーンポテンシャル $G_{ij}^{[P]}$ は， M_{ij} から距離 p の範囲内にある全メッシュの緑の現況 a を当該メッシュの属する距離での関数の操作を行いつつ加えた総和を， $\max a$ について同様に求めた値で除したものとする。ここで M_{ij} と $M_{i'j'}$

との距離はX型/MAX(|i-i'|, |j-j'|), Y型/(|i-i'| + |j-j'|), Z型/SQRT(|i-i'|² + |j-j'|²) などとして求めることができる。なお当然のことながら $0 \leq G_{ij}^{p'} \leq 1$ である。

ここで、さらに単純化のために、 a について、一定以上の条件を満足するものを1, その他を0, $\max a = 1$ として、X型で距離の操作を二, 三行なって求めたモデル例が下記である (一般にY型, Z型では単純な数式で表現するのが困難である)。なお各モデルにおける D^p は各処理において a をつねに1として与えて求めた値である。

その1は距離 p' にあるものを1倍, すなわち距離の操作を行わないものである (X1型モデル)。

$$GX1_{ij}^{p'} = \sum_{i'=i-p}^{i+p} \sum_{j'=j-p}^{j+p} a_{i'j'} / D^p \quad D^p = (2p+1)^2$$

その2は距離 p' にあるものを $(p+1-p')/(p+1)$ 倍するものである (X2型モデル)。

$$GX2_{ij}^{p'} = \left\{ \sum_{k=0}^p \sum_{i'=i-k}^{i+k} \sum_{j'=j+k}^{j+k} a_{i'j'} \right\} / (p+1) D^p$$

$$D^p = \left\{ \sum_{k=0}^p (2k+1)^2 \right\} / (p+1)$$

$$= (2p+1)(2p+2)(2p+3) / (p+1)3!$$

その3は距離 p' にあるものを p' で除すものである

(ただし $p'=0$ の場合は1/8で除す—X3型モデル)。

$$GX3_{ij}^{p'} = \left\{ 7a_{ij} + \sum_{k=1}^p \sum_{i'=i-k}^{i+k} \sum_{j'=j-k}^{j+k} \frac{a_{i'j'}}{k(k+1)} + \frac{1}{p+1} \sum_{i'=i-p}^{i+p} \sum_{j'=j-p}^{j+p} a_{i'j'} \right\} / D^p$$

$$D^p = \sum_{k=1}^p \{ (2k+1)^2 / k(k+1) \} + \{ (2p+1)^2 / (p+1) \} + 7$$

$$D^p = 0$$

その4は距離 p' にあるものを $2^{p'}$ で除すものである (X3型モデル)。

$$GX4_{ij}^{p'} = \left\{ \sum_{k=0}^{p-1} \sum_{i'=i-k}^{i+k} \sum_{j'=j-k}^{j+k} \frac{a_{i'j'}}{2^{k+1}} + \sum_{i'=i-p}^{i+p} \sum_{j'=j-p}^{j+p} \frac{a_{i'j'}}{2^p} \right\} / D^p$$

$$D^p = \left\{ \sum_{k=0}^{p-1} (2k+1)^2 / 2^{k+1} \right\} + (2p+1)^2 / 2^p$$

3. グリーンポテンシャル解析

グリーンポテンシャル解析の内容は、緑地の存在それ自体を問題とするもの (例えば緑地の分布構造) から、そのある特定の機能発現に注目するもの (例えばグリーンコンタクト効果) まで、また方法においても多様である。ここでは妥当なモデルを用いて、緑地の分布構造にかかわる解析の一端を紹介するものとした。

```

** PRESENT GREEN CONDITION (DA:20 40) **
00001000001000001000001000001000001000001000001
01000001000001000001000001000001000001000001000
00010000010000010000010000010000010000010000010
10000010000010000010000010000010000010000010000
00100000100000100000100000100000100000100000100
00001000001000001000001000001000001000001000001
01000001000001000001000001000001000001000001000
00010000010000010000010000010000010000010000010
10000010000010000010000010000010000010000010000
00100000100000100000100000100000100000100000100
00001000001000001000001000001000001000001000001
00001000001000001000001000001000001000001000001
01000001000001000001000001000001000001000001000
00010000010000010000010000010000010000010000010
10000010000010000010000010000010000010000010000
00100000100000100000100000100000100000100000100
00001000001000001000001000001000001000001000001
01000001000001000001000001000001000001000001000
00010000010000010000010000010000010000010000010
10000010000010000010000010000010000010000010000
00100000100000100000100000100000100000100000100
00001000001000001000001000001000001000001000001
01000001000001000001000001000001000001000001000
00010000010000010000010000010000010000010000010
10000010000010000010000010000010000010000010000
00100000100000100000100000100000100000100000100

```

Fig. 3. Present green space matrix (DA)

```

*** GREEN POTENTIAL (TYPE=X1 STEP=5 DATA=DA:20 40/10 30) ***
198 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207
198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198
120 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 207 198
207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 198
198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198
198 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207
198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198
198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 207 198
207 198 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 198
198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 207 198 198 198 198 207 198 198 198 198 198

```

Fig. 4. Green potential matrix (GPA).

Fig. 5. Present green space matrix (DB).

Fig. 6. Green potential matrix (GPB).

そのさい、その内部構造が“均霑タイプ”か“非均霑タイプ”かをみる必要があるが、それはX1型モデルを用いて各点（メッシュ）におけるグリーンポテンシャル値をマトリックスで求めることによって判明する。

図-3は20行（メッシュ）×40列（メッシュ）の緑地現況行列（DA、模式、1メッシュ50m×50m）を示したものである。これは行および列を通じて5メッシュに1メッシュの割合で“1”が出現する典型的な“均霑構造”を有する例としてあげたものである。

これから求めたグリーンポテンシャル $GX_{1i}^{(p)}$ をマトリックスで示したのが図-4である。“辺縁効果”の関係から $G_{1i}^{(p)}$ のメッシュはDAの第6行6列のそれに該当することになり、グリーンポテンシャル行列は全体として10×30メッシュで与えられる。なお、図で値は、小数点以下第4位を四捨五入し1000倍してある（以下のDB、DCについても同様である）。図で当然のことながらメッシュ間での値の偏差は小さく、平均値はほぼ $1/5=0.2$ の値をとっている。“均霑タイプ”の場合、X1型モデルでは p を妥当値以上にとれば、各点における値の偏差は無視しうるものとなる。 p 段のグリーンポテンシャル値間に有意差が認められないということは、1辺を“(2p+1)×基準メッシュ長”とする“大メッシュ”を新たな単位とする“緑地現況行列”において“大メッシュ”間に有意差が認められないということとほぼ同じ内容をもつものといえ、当該地域の緑地分布は p 段レベル、すなわち“(2p+1)×基準メッシュ長”レベルにおいて“均霑構造”を有するといえることができる。そして求めるレベルにおいて“均霑構造”であると判明した場合、本解析はそこで終了することになる。

つぎに“非均霑構造”をなすとみられる例についてみ

ることにする。図-3は市街地のある区域における緑地現況行列（DB、模式、1メッシュ50m×50m）を示したものである。図からは緑地が散在する中で構造的なそれ何となく感じられるが、それから求めた $GX_{2i}^{(p)}$ の行列が図-4である。図では参考のために行列をポテンシャル値0.350、0.500、0.590で区割しグルーピングしている。区割する値の基準は出力結果の内容、解析目的等から求むべきであるが、囲込み部分の緑化を考慮するというような場合、当該区域面積の大きさを操作因子とすることも可能である。図で0.590以上のメッシュグループをみると形態“I”，メッシュ数62，メッシュ率（全30×30メッシュに対する）0.069である。同様に0.500以上では形態“T”，メッシュ数176，メッシュ率0.196であり、0.350以上では形態“R”，メッシュ数523，メッシュ率0.581である。これは地域に対する緑地率がそれぞれ1，2，5割前後となるような緑地を計画しようとする場合には大いに参考となるものであろう。

つぎに図-7は市街地住宅地域における緑地現況行列（DC、模式、1メッシュ25m×25m）を示したものである。緑地は地域の辺縁部に潤沢であるが、内中央部にいて不足しているものとみられるが、これから求めた $GZ_{2i}^{(p)}$ のグリーンポテンシャル行列を示したのが図-8である。ポテンシャル値0.500、0.250、0.100で区割しグルーピングしているが、ここではポテンシャルの低い地区が囲み込まれている。これは、例えば、周辺環境を含む一定のひろがりの場（この場合は、周辺直線距離で125m）以内の中での緑の充足性の大きいメッシュ地域の摘出、それゆえ、また公共等による緑化の必要性の高い地区の摘出などの解析に有用であると考えられる。

（1980.2.19受付 1980.8.30受理）

Summary: The purpose of this study is to present *green potential* concept and to show analytical and synthetical method in reference to the distributional structure of green spaces by using *green potential model*.

In Fig. 2, green potential at the point of O is assumed to be defined by $[g_i; r_i]$, where g_i is a sort of conditional value determined by the quality and quantity of green space I, r_i is the distance from I to O, and $[g_i; r_i]$ is potential impact of green space I at the distance of r_i .

Most simply, the value of present green condition in mesh $M_{i'j'}$ represented as $a_{i'j'}$ is able to be expressed as either 1 or 0, where 1 is in the condition of satisfaction and 0 is in the condition of unsatisfaction at the standpoint of remarking effect.

One of the most simple green potential model in p step on mesh M_{ij} is defined as follow,

$$GX_{2ij}^{(p)} = \left\{ \sum_{k=0}^p \sum_{i'=i-k}^{i+k} \sum_{j'=j-k}^{j+k} a_{i'j'} \right\} / (p+1)d = 6 \sum_{k=0}^p \sum_{i'=i-k}^{i+k} \sum_{j'=j-k}^{j+k} a_{i'j'} / (2p+1)(2p+2)(2p+3),$$

where d means the value of numerator on the assumption that $a_{i'j'}$ is always 1.

The distributional type of green spaces can be classified as *isometric* and *anisometric* (Fig. 1). If it is *anisometric* as shown in Fig. 5 or Fig. 7 (matrix of green condition), there usually appears the grouping meshes where green potential values are greater or smaller as shown in Fig. 6 or Fig. 8 (matrix of green potential $GX_{2ij}^{(p)}$). From this, we can obtain not only knowledge about the present distributional structure, but also informations referring to planning of green spaces.