

低密度開発地域における地域環境計画のための開発評価指標

Evaluation Index of Environmental Planning for Low-density Development Areas

大山 勲* 花岡 利幸* 北村 眞一*
Isao OYAMA Toshiyuki HANAOKA Shinichi KITAMURA

ABSTRACT : This studies suggest The Nature Circle (N.C.). This index is a fundamental index, and can utilize it in the development evaluation of natural area. N.C. is the greatest circle that is drawn not to contain the development place. N.C. is made on an enough numerical point in an area. We can evaluate scale and influence of development in natural area by observing a radius and an area of N.C.. According to five factors which let index value change, we showed a characteristic of index value by observing a condition of change of index value. We measured index value next as an object place Mt. Fuji foot, and considered the effectiveness of index..

KEYWORDS: regional planning , environmental impact assessment , natural ecological system , plot ratio

1. はじめに

山麓や高原などの自然の豊かな地域では、リゾート開発で地域振興を図ろうとすることが多い。このような地域で、都市計画区域・農業振興地域・国立公園区域などの土地利用規制が無い場合や、規制の緩い場合においては、乱開発になりやすく、自然環境への直接的な悪影響と共に、自然環境に価値を置くその地域自体の魅力低下にもつながる。個々の施設が大規模な場合には環境アセスメントなどによって開発の是非が判断されるが、それでも現状では希少性や災害に対する安全性といった評価のみに偏る傾向があり、普通の自然が評価されにくい面をもつ。二次林造林地といった自然性の低いいわゆる「普通の自然」は日本国土の52.4%を占め、農地も加えれば75.1%を占める(図1)。日本の自然の大部分を占めるこのような「普通の自然」を含めた自然保全復元を考えることが重要な課題であるといえる。

地域の開発量を表す指標には「建蔽率」などの密度指標が用いられる。1992年の建築基準法改正により都市計画地域以外でも建蔽率・容積率・高さ制限を定められるようになった。開発密度が高く開発の空間分布が比較的均一な都市地域においてはこれらの指標は優れている。しかし、このようなゾーン規制指標は地域全体が開発されることを前提とした「都市地域」の考え方でつくられたものであるゆえに、その意図は開発地の環境を最低限維持するためのものであり、地域全体の自然の広がりやネットワークといった生態的な視点からの自然環境保全に対する効力は希薄であるといえる。つまり開発需要が多くなれば虫食いの全地域が開発されることに規制効力を発しない。建蔽率等を一律に下げればよいが小規模な開発のためにも大規模な土地が必要となり事実上開発は不可能となる。またゾーン設定を詳細にできればよいが普通の自然しか持たない多くの地域では、従来の考え方だけでは地域に差をつける根拠に乏しい。

将来、地域のどこにどの程度自然を残し、どこにどの程度開発を

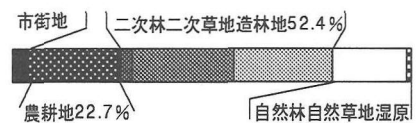


図1 植生自然度区分(環境庁)に基づく日本の土地利用構成

* 山梨大学 工学部 土木環境工学科 Department of Civil and Environmental Engineering , Yamanashi University

許すべきかといった地域管理計画をできるかぎり客観的な評価指標を参考にしながら立ててゆくことが急がれる。本研究は自然環境地域を持つ低密度開発地域においてマスタープランや環境管理計画などの将来計画をたてる上で、より大きな自然・よりネットワークされた自然を残すような生態的な視点を取り入れて、将来の開発を評価検討するためのあるいは具体的な開発計画が地域全体の自然の減少にどの程度影響を与えるのかを把握するための、基礎的かつ簡便で地域比較可能な指標（自然被覆円）を提案することを目的とするものである。以下、2章では、指標の考え方と定義を示し、指標の特性を検討し、3章では富士山麓における適用事例を示し、考察を述べたい。

2. 「自然被覆円」指標

2.1 基本的考え方

自然環境地を持つ低密度開発地域では、同じ建蔽率でも、開発の空間的な集中・分散によって自然環境に対する影響は著しく異なってくる。つまり同じ開発面積であっても自然の内部に深く入り込む開発は自然を分断し自然への影響が大きいと考えられる。したがって開発量とともに開発の空間分布を計量することが、自然の中での開発を評価するうえで重要な意味をもつと考えられる。言い換えれば、ある場所の開発が周囲や地域全体に影響を与えるという状況を計量することが重要な意味をもつと考えられる。

生物生息空間の視点から、自然の望ましい形態として多くの研究が「広面積」「円形（外からの干渉が少ない形態）」「連結（自然空間相互の近さや生態的回廊）」を指摘している。例えば Diamond (1975)⁸⁾などによる実証的研究の成果を受けて1980年国際自然保護連合(IUCN)は生物生息空間形態・配置に関する原則を「広面積・円形・連結」に基づいて提言している。最近の自然環境地保全手法に関する研究もこのような生態的な概念を考慮するものが多くみられるようになった⁴⁾。

また、ドイツの連邦自然保護法(1976)の下に行われているビオトープ事業などは、(i)現状で広くまとまって自然が残っている場所はこれになるべく残すという空間配置の視点からの自然保護・保全をすすめ、(ii)次に道路、川、農地、都市公園、庭、公共施設などの設計を近自然化させるという配置が決まった施設の自然に対する負荷軽減の工夫をする、という2段階の対処法で行われていると解釈できよう。

また、精神論的・風景論的な視点からも、自然空間が大きいほど「そこが自然環境地（聖的な場所、乱開発されていない場所）であるという感覚」は強まると思われる。

以上の考え方の下、本研究では自然保全（開発のコントロール）の方法は以下の順序で行うべきと考えた。

①自然被覆地を出来るだけ広い面積で出来るだけ円形に近い形で確保する事。

②複数の自然被覆地の連結性を強化する事。

③自然に対する負荷を軽減する施設設計を行う事。

そして、開発を評価する上で第一に考慮すべき最も基本的な視点は上記①であると考えられ、この状況（補足的に②の状況）を計量的に示す指標を考えたい。

なお、自然被覆地の定義（＝開発地の定義）には様々考えられるが、開発地を「現状および将来にわたって生物生息空間にほとんどなり得ない建物などの建蔽地や交通用地」と捉えること、すなわち自然被覆地として「建物などの開発がされていない、自然物により構成された被覆地⁹⁾（造園分野におけるオープンスペース¹⁰⁾）」と捉えることが、施設配置を議論する上では基本的な定義であると考えられる。このような自然被覆地に広面積円形の生態的原理を適用することは、現状の自然環境の質の優劣を問わず、たとえ現状では生息生物に乏しくても自然保全復元の方法によって将来豊かな生物生息空間としての自然環境を創造する可能性をもつ土地に注目することを意味する。これは優劣のつけ難い普通の自然を多く含む地域の自然保全復元を問題意識とする場合の、基礎的な自然の捉え方であると考えられる。

もちろん、天然記念物等の稀少な自然、絶滅の危機に瀕している動植物、種の多様性の高い区域、などの存在といった自然の質の優劣に関して現時点での評価が可能である情報がある場合にはそれらの情報は①②

の段階で考慮すべきである。

一方、指標は地域比較が簡便に行えることが求められる。都市計画区域において実施されている建蔽率などによる密度規制は、その指標（ものさし）は客観的であるものの、規制基準（40%、60%などの規制値）の決定には社会的・政治的な合意形成が必要となる。自然環境地においても規制基準はこのような合意形成に因らざるを得ないだろうと考えられる。合意形成のためには比較検討のために様々な地域と指標の関連事例を多く知る事が有効と思われる。したがって指標は地域比較が簡便に行えるように、計測算定が容易で、平易な概念であることが求められる。

2.2 「自然被覆円」の算定方法

自然被覆円とは、ある地点（測定点）を中心として開発地を含まずに描くことのできる最大の円のことで、地域内に十分な数の測定点を取り、自然被覆円の半径や面積の分布を観察することによって、自然環境地での開発の位置や規模を評価しようとするものである。自然被覆円を計測する手順を以下に示す（図2参照）。

（1）対象自然区域（測定を行う自然環境地）内の開発地の平面座標データを地図上より計測する。

国土地理院1/25,000地形図は入手が容易であり、全国同一規格であるため地域比較にも適している。この地図から計測する場合、図上に表示された建物・道路のデフォルメから判断して、有効数字は20m程度である。測定はそれより高精度の5m（図上0.2mm）単位で行う。

（2）評価範囲（評価したい範囲＝測定点が置かれる区域）に一定間隔のメッシュをかけその格子点を測定点（円の中心）とする。測定点間隔を細かくすれば、測定の精度は上がるが、ここでは小さな細切れの自然被覆の計測は「基本的考え方」から必要ない。Shefer(1990)⁶⁾やLaurance(1991)⁵⁾などは、開発や他の生物の影響を受けないために必要な生態回廊の幅は200～500m以上であると指摘しており、これを参考に半径200m以上の自然被覆を捉えるのに十分な精度を考える。メッシュの大きさの検討は後に述べる。

（3）評価範囲のすべての測定点について、開発地を含まずに描くことのできる最大の円を描く。

これが自然被覆円であり、その値は面積や半径で示される。つまり「ある地点（測定点）の自然」への影響はその地点から最も近い開発地までの距離によって決定される」という生態的影響の考え方を基本にするものであり、自然被覆円の半径や面積はその地点（測定点）の自然度を示す一つの指標である。そして正円はIUCNが指摘する「他から干渉を受けにくい自然の形態」であるから、ある地点（測定点）の自然被覆円の範囲は「少なくとも確実にその地点の自然を守ってくれる範囲」を示すと言える。

ある地域（評価範囲）内の全測定点の自然被覆円の面積を合計した「自然被覆円総面積」値はひとつの評価範囲にひとつの値として求められ、この値が大きいほどより大きな円形にまとまった自然が残されている

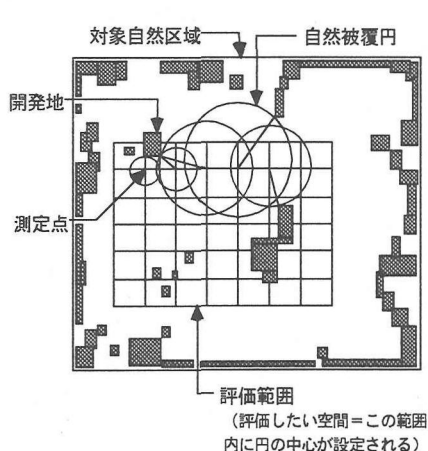


図2 自然被覆円の概念

地域であると判断される。「自然被覆円総面積」値を測定点数で割ったものが「平均自然被覆円面積」であり、また「自然被覆円半径」の評価範囲平均値が「平均自然被覆円半径」で、これらは評価範囲の大きさが異なる地域で比較が可能である。さらに、一地点の指標値である自然被覆円半径または面積の評価範囲における頻度分布図は「地域（評価範囲）内のあらゆる場所でその周りの自然の大きさを評価した時に得られるであろう自然の大きさの確率分布」を示すと考えられる。

なお、図2に示すように自然被覆円指標は任意の評価範囲のの取り囲む自然被覆の状況も取り込んだ指標である。自然被覆円は評価範囲を含む対象自然区域内のどこかの開発地または対象自然区域の境界によって限定され、自然被覆円の半径や面積は評価範囲を越えた分も含まれる。評価範囲外の自然被

覆を考慮せずに評価するならば、対象自然区域を評価範囲と一致させる。この時、円は対象自然区域の境界によっても限定される。しかし、評価範囲内のある開発の評価範囲外への影響は考慮すべきであり、対象自然区域の境界で円が限定されることなく、全ての円が開発地によって限定されるように、対象自然区域を設定することが望ましいだろう。

(4) メッシュサイズについて

メッシュの大きさを検討するとき、以下の3点が検討課題となる。結論を述べれば、これらの検討結果よりメッシュサイズは50mが適当であると判断される。

①得られた自然被覆円と実際に存在する自然被覆の大きさの乖離。

実際に存在する自然被覆の最小値は図3左のような開発地の場合に得られ、算定された自然被覆円に一致する。実際に存在する自然被覆の最大値は図3右のように斜め45度に開発地が並んだ場合に最大値が得られる。すなわち半径 $a \geq b$ の時、算定された自然被覆円からは最大 a の円の存在しか知ることが出来ないが、実際には a と b が重なったもっと大きな円が存在している。この実際の円の最大値と算定された自然被覆円半径の乖離は、メッシュサイズを M とすると、常に $M\sqrt{2}/2$ となる(表1)。50mメッシュならば概ね有効数字を100m単位として扱うことができる。

②自然被覆円の空間分布図による自然回廊の存在の確認。

半径 M の複数の円が連担しているとき幅 $2M$ の自然回廊が存在していると判断されるだろう。このとき算定された自然被覆円半径と実際の自然回廊幅(の1/2)の差について検討する。同じ大きさの円の隣接を考えたとき、実際の回廊幅の最小値は図4左のように開発地が斜め45度に配置した場合に生じ測定自然被覆円半径との乖離は表2のように半径によって異なる。最大値(図4右)との乖離は半径によらず一定で表3のようになる。最小値の乖離をみると200mメッシュ以上では乖離が大きく、最大値の乖離からみても、有効数字を100m単位とするならばメッシュサイズは50m程度にする必要があると考えられる。

③地域全体の指標である平均自然被覆円半径の値は、メッシュを掛ける位置のずれによってどの程度誤差をもつか。

4つの測定点で囲まれたメッシュ内部で開発点が移動する場合、この4測定点の自然被覆円半径の平均値の変化をみる。4つの自然被覆円の半径を r_1, r_2, r_3, r_4 とすると、4つの半径の間には常に $r_1^2 + r_3^2 = r_2^2 + r_4^2$ の関係が成り立つ(図5)。メッシュサイズを M とすれば、平均値の最大は $(2 + \sqrt{2})M$ 、平均値の最小は $2M\sqrt{2}$ で、その差は $0.1464M$ となる。ゆえにメッシュのかけ方の違いが4点の自然被覆円半径の

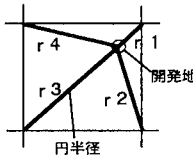


図5 4点の測定点内部での開発点移動

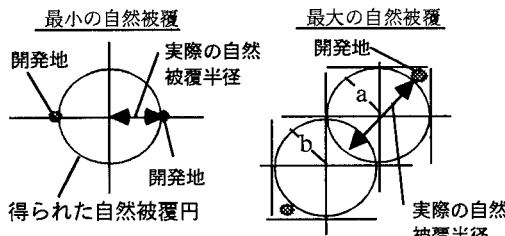


図3 算定された自然被覆円と実際の自然被覆円の乖離

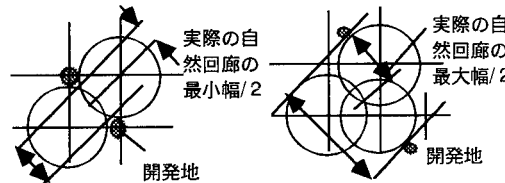


図4 算定された自然被覆円と実際の自然回廊の乖離

表1 実際に存在する自然被覆円半径が測定自然被覆円より大きい場合の最大乖離
(円半径によらず一定)

メッシュサイズ	最大乖離
50m	35m
100m	71m
200m	141m
250m	177m

表3 実際の自然回廊幅の1/2が測定自然被覆円より大きい場合の最大乖離
(円半径によらず一定)

メッシュサイズ	最大乖離
50m	25m
100m	50m
200m	100m
250m	125m

表2 実際の自然回廊幅の1/2が測定自然被覆円より小さい場合の最大乖離

メッシュサイズ	円半径	最大乖離
50m	100m	-8m
	150m	-4m
	200m	-3m
	250m	-3m
	300m	-2m
100m	100m	-29m
	150m	-18m
	200m	-13m
	250m	-10m
	300m	-8m
200m	100m	測定不能
	150m	-100m
	200m	-59m
	250m	-44m
	300m	-35m
250m	100m	測定不能
	150m	測定不能
	200m	-106m
	250m	-73m
	300m	-58m

平均値に及ぼす誤差の最大は、いずれのメッシュサイズにおいても、メッシュサイズの14.6%であることがわかる。まわりの測点数を多くすれば誤差は0に収束するが（図6）、いずれにせよメッシュサイズが大きくなればそれに比例して誤差も増大する。50mメッシュならば少ない測定点でも誤差を10m未満に抑えることができる。

2.3 従来の空間分布計量指標との違い

都市計画や計量地理学の分野では開発地が集中しているか分散しているかといった空間分布状況を計量する指標として、フラクタル次元、情報量次元、BD曲線(吉松, 1991)¹³⁾、最近隣距離分布、などが提案されている。いずれも、評価したい空間範囲内部の開発地の分布的特徴を1つの値で示すことはできるが、評価空間範囲の外側（本稿でいう対象自然区域）の影響を取り込むことができない。つまり、計測は評価区域＝対象自然区域の場合に限られてしまうため任意の評価区域を設定することができない。また、これらの指標は開発地の密集した都市部における集中・分散度を計量する指標としては優れているが、低密度開発地ではデータ数（開発地点数）が少なくなるため感度が鈍くなる。

Landscape Ecology の分野ではある属性に注目した生態系単位である patch を自然空間から分別し、patch size（面積）と patch shape（形態）に分けて広面積・円形を指標化することが多い。patch shape についてはForman¹¹⁾ やBosch¹²⁾ などが正円を基準にした形態指標を提案している。自然被覆円指標は面積と円形を一体的に評価し、任意に設定した区域で1つの値を示すことができる点に特徴がある。

2.4 平均自然被覆円半径の特性

自然被覆円指標は一地点の指標値である「自然被覆円半径や面積」と、評価地域全体の指標値である「平均自然被覆円半径や面積」「自然被覆円総面積」で数値表現される。一地点の指標値である自然被覆円の半径や面積は、その定義から、指標の特性は明らかであろう。一方地域の指標値である平均自然被覆円半径などは評価範囲の中の開発地の位置や分散集中、あるいは評価範囲の周りの自然被覆の大きさなど様々な要因によってその値が決定されるためその特性はやや分かりにくい。そこでここでは平均自然被覆円半径を取り上げ、開発地の配置や評価範囲の設定位置によってこの値がどのように変動するかをみることによって指標の特徴を説明したい。なお以下の評価範囲は1/2万5千の地形図1/4枚の大きさ（4.6km×5.6km、測定点数は696個）とした。

同じ大きさの評価範囲において、自然被覆円の大きさを変動させる要因は5つ考えられる(表4)。変動因1は開発地の集中・分散である（図7）。1Aは評価範囲の中央に9カ所の開発地が200m間隔に集中している場合、1Bは同数が500m間隔、1Cは同数が1km間隔とほぼ評価範囲全体に分散した場合である。変動因2は図7の2Aから2Cのように開発地が評価範囲の周縁から中心へ移動していく場合である。ここでは開発の規模も開発の集中度も1Aと同じで一定とし、2Aは評価範囲端、2Cは評価範囲中心、2Bは2Aと2Cの中点とした。変動因3は開発量の増加であり、ここでは図7の3Aから3Dへと、評価範囲の右上1/4の一定範囲内で開発面積を増加させた（開発地の間隔を1/2づつ減少させた）場合である。3Aは評価範囲の中央に1点、3Bは開発地間隔約1.25km、3Cは約600m、3Dは約300mである。以上

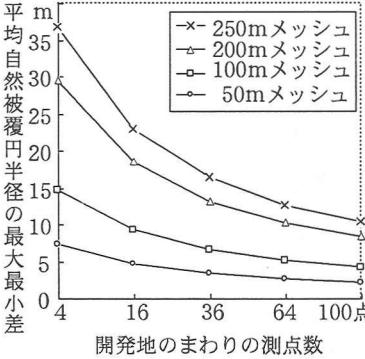


図6 メッシュをかける位置のずれが平均自然被覆円半径に及ぼす誤差（50～250 mメッシュ）

表4 変動要因

要因	説明
変動因1	開発地の集中分散
変動因2	開発地の移動
変動因3	開発地の増減
変動因4	評価範囲の周りの自然被覆地の増減
変動因5	対象自然区域内での評価範囲の移動

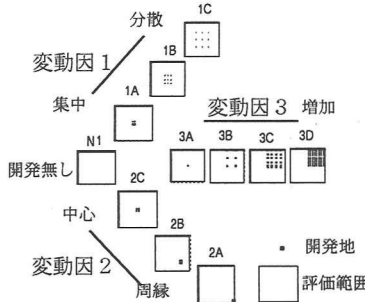


図7 変動因1～3

の3つの要因については、各要因の影響のみに着目するために、評価範囲外部の影響は考慮せず、評価範囲が対象自然区域と一致している場合で考える。

次に、評価範囲の周囲の自然被覆地の影響について見る。この影響だけに着目するため開発地は対象自然区域の境界外側にあり、対象自然区域内の全てが自然被覆地である場合を考える。変動因4は周囲の自然被覆地の拡大である。図8のNからN4のように周りの自然区域の辺長が評価範囲の辺長の3倍5倍7倍に広がる場合を考える。変動因5は図9のN4AからN4Dの様に対象自然区域の中で評価範囲が移動する場合である。

以上5つの変動因に対する平均自然被覆円半径の変化の様子を「評価範囲が対象自然区域と一致している場合で、開発地が全くない場合（N）の平均自然被覆円半径」に対する「各ケースの平均自然被覆円半径」の割合（N比）を見ることによって示したい。この比をとることによってケース間の比較ができる。

各ケースの自然被覆円算定結果を表5に示す。変動因1のN比は開発地が分散するに従い開発地の間隔増加に反比例して概ね等差的に減少する。変動因2も開発地の移動量に比例してN比は概ね等差的に変化している。2A,2BのN比は他のケースに比べて高く、開発が自然の内部に入り込まなければ平均自然被覆円半径の減少が少ないことを表している。変動因3は評価範囲の1/4の範囲内での開発地の増加であり、開発地の増加に対するN比の変化は等差的ではない。すなわち3Cから3DのN比の変化が少なく、開発地間隔が約600mと小さくなると、それ以上の増加は平均自然被覆円半径にほとんど影響を与えないことを表している。変動因4、5は全ての円の大きさを引き上げるため、その影響は最も大きい。N2とN4B、N3とN4Cは近い値を示すことから、近い方の開発地までの距離（例えばN4Bで右上方向）によって平均自然被覆円半径がほぼ決定されることがわかる。

3. 富士山麓におけるケーススタディー

自然被覆円を富士山麓地域に適用し、指標の特性・利用法を検討する。開発地は国土地理院1/2万5千地形図を用いて計測した。開発地として、建物、県道以上の道路、リゾート施設へのアクセス道路、ゴルフ場・スキー場などの被覆地を取り上げた。地形図に記載されていないゴルフ場等の被覆地は別途資料によって調べた。開発地の分布状況を図10に示す。自然被覆円が必ず開発地によって切られるように、対象自然区域は評価範囲より十分外側まで設定した。

3.1 自然被覆円総面積と自然被覆円面積分布図

いくつかの評価範囲を取り上げて、計測結果を比較検討する。

評価範囲内に殆ど開発地が無く、評価範囲の周囲も比較的开发地の少ない「須走」地域（位置は図10に示す：他の地域についても同様）、及び開発地が密集している「上井出」地域、の平均自然被覆円半径及び面積を表6(下)に示す。これらは開発量の違いが極端な例であるがその差が指標値によって明確に示されている。表6(上)の自然被覆円半径の頻度分布は自然被覆円の分布を分かりやすく表現するため、円半径を階級(レベル)に分け測定点数の構成比を示したものである。この値は地域内のあらゆる場所でその周りの自然の「大きさ」を評価したときに得られるであろう自然の「大きさ」の確率を示していると言える（表8に階級の参考説明）。この頻度分布の微妙な差異を見るため、「富士北麓」「朝霧南」の地域を比較してみる。計測結果を表7に示す。富士北麓と朝霧南の平均自然被覆円面積は同じ値で平均自然被覆円半径は若干朝霧南が小さ

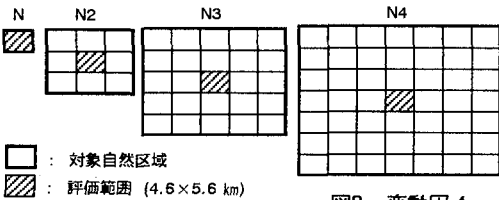


図8 変動因4

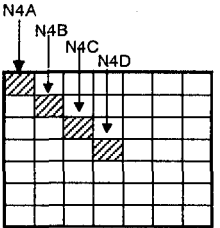


図9 変動因5

表5 各ケースのN比変動

	平均 半径 (km)	半径 N比		平均 半径 (km)	半径 N比
開発無し(N値)			変動因3		
N	0.88	1.00	3A	0.69	0.78
			3B	0.58	0.66
			3C	0.52	0.59
			3D	0.48	0.55
変動因1			変動因4		
1A	0.64	0.73	N2	5.74	6.50
1B	0.56	0.63	N3	10.4	11.8
1C	0.45	0.51	N4	12.7	14.3
変動因2			変動因5		
2A	0.88	1.00	N4A	1.74	1.97
2B	0.74	0.84	N4B	6.67	7.56
2C	0.64	0.73	N4C	11.5	13.0
			N4D	12.7	14.3

い。しかし頻度分布を見ると、朝霧南は小さな円が多いものの一方で大きな円も存在し、富士北麓は小さな円が少ないが大きな円も存在しないという特徴が把握できる。図10を見ると、富士北麓は開発の面的な広がり朝霧南に比べれば比較的小さいものの、道路や飛び地的なりリゾート施設によって自然被覆空間が分断されている。朝霧南は比較の開発地で覆われた面積が大きいものの、富士山側に広く開けた自然被覆地がある。自然被覆円の頻度分布は図10のこのような状況を表している。

3.2 自然被覆円と建蔽率の比較

従来、地域の開発状況を把握する方法としては、密度指標の建蔽率を用いることが一般的である。ここでは、地域レベルの

表8 開発レベル1～5の説明

レベル	自然被覆円半径	自然被覆円面積	参考
1	200m未満	約10ha未満	都市林 (糸賀 (1990))
2	200m～	約10ha～	自然回廊の境界効果 (生息地の縁端ではその本来の種は境界性の種の進入に導かれる) が消失: 半径250m (Laurance, W.F. (1991)) 10ha以上で鳥類の種類が急激に増加 (齊藤 (1995)) 天然林 (糸賀 (1990))
3	600m～	約100ha～	
4	1,800m～	約1,000ha～	オオタカひとつがいの行動圏: 100～2500ha (石井・植田・重松 (1993))
5	2,500m以上	約2,000ha以上	半分以上の面積が境界効果を受けない地域: 2000～4000haが必要 (Laurance, W.F. (1991)) 原生林生態系の保護と人間の原生的体験の場所 (糸賀 (1990)) クマタカひとつがいの行動圏: 1000～4800ha (石井・植田・重松 (1993)) 大型哺乳類の生息地としての原生林: 5000ha以上 (糸賀 (1990))

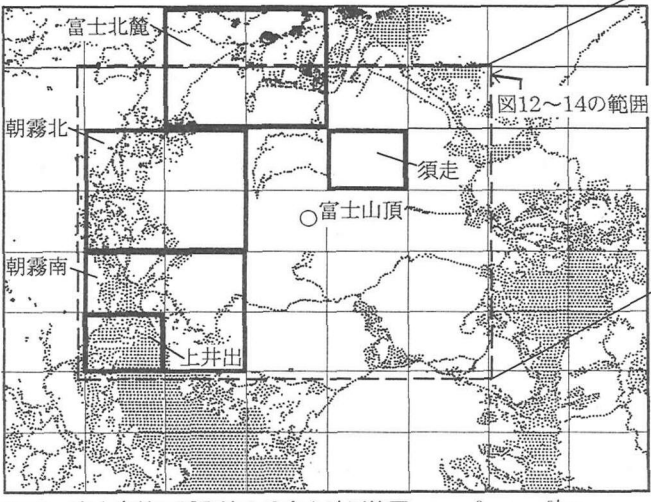


図10 富士山麓の開発地の分布と計測範囲

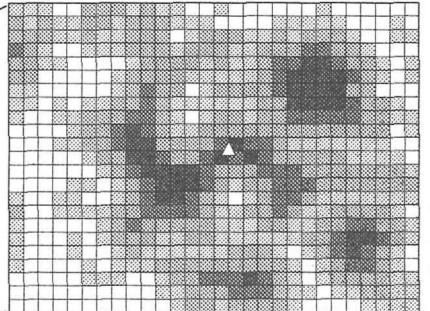


図12 開発影響度の空間分布図 1 kmメッシュ △富士山頂

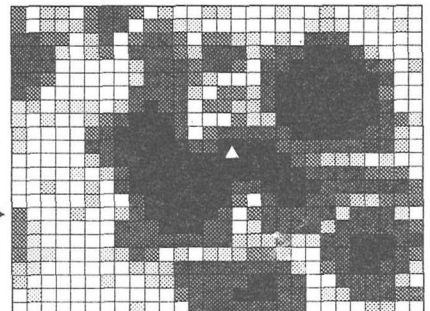


図14 全域影響予測図

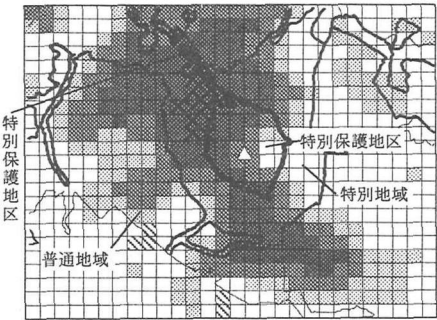


図13 昭和27年～昭和60年の開発影響度の変化図

表6 算定結果1

自然被覆円半径	上井出	須走
レベル1 0m～	87.4%	0.2%
レベル2 200m～	11.8%	2.5%
レベル3 600m～	0.8%	32.9%
レベル4 1800m～	0.0%	20.9%
レベル5 2500m～	0.0%	43.4%
合計	100%	100%
平均自然被覆円半径	0.15km	2.26km
平均自然被覆円面積	0.10km ²	18.8km ²
メッシュ建蔽率	44.8%	0.0%

表7 算定結果2

自然被覆円半径	富士北麓	朝霧南	朝霧北
レベル1 0m～	37.1%	58.5%	38.1%
レベル2 200m～	32.0%	22.0%	18.0%
レベル3 600m～	30.1%	14.9%	23.7%
レベル4 1800m～	0.7%	3.4%	11.5%
レベル5 2500m～	0.0%	1.1%	8.7%
合計	100%	100%	100%
平均自然被覆円半径	0.50km	0.41km	0.89km
平均自然被覆円面積	1.42km ²	1.47km ²	5.22km ²
メッシュ建蔽率	20.4%	30.4%	19.9%

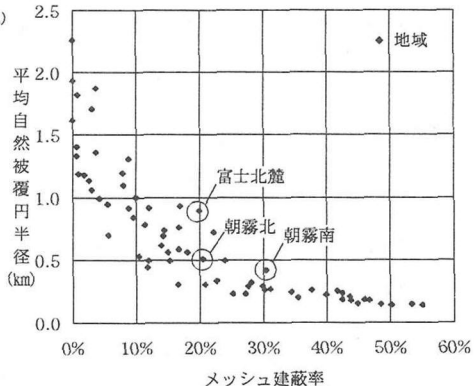


図11 建坪率と平均自然被覆円半径の比較

建蔽率をメッシュ建蔽率（メッシュ建蔽率＝開発地を含むメッシュ数／評価範囲内メッシュ数合計）によって算出し、これと平均自然被覆円半径を比較することによって自然被覆円指標の特徴を示したい。

図11に計測結果を示す。点は図10の1つのメッシュ（地形図の1/4）を1地域とした時の各地域のプロット点を示す（図11にはさらに図10の富士北麓・朝霧北・朝霧南の3地域のプロット点を加えてある）。メッシュ建蔽率（以下建蔽率）が30%以上の地域では平均自然被覆円半径は殆ど変化がなく、このような地域では自然被覆円による評価はあまり意味をもたない。建蔽率が30%以下の地域では同じ建蔽率でも平均自然被覆円半径によって開発状況の差を読み取ることができる。例えば、「朝霧北」と「富士北麓」（表7）は建蔽率はほぼ同じであるが、平均自然被覆円半径は異なり、朝霧北は、開発面積が同じ富士北麓に比べて大きく円形にまとまった自然が多く残っていることを読みとることができる。

3.3 自然被覆円の空間分布

平均自然被覆円半径や平均自然被覆円面積は広い地域の開発状況を1つの値で示すことから、地域の総量規制の検討に対応するような指標である。一方、各測定点の自然被覆円の大きさはその場所の自然度（周囲の開発から離れている割合）を示すから、自然被覆円が大きい場所への開発ほどその場所へ与える影響は大きいとみることができる。つまり自然被覆円の大きさはその場所の開発影響度を示し、開発地の位置を評価するゾーン規制の検討に対応するような指標である。50mメッシュの自然被覆円分布図の表示は紙面の都合上困難なため、ここでは50mメッシュ400個（20×20）の平均値（＝1Kmメッシュ）の分布図を示す（図12（凡例は表8））。色が濃いほどその場所を開発した場合の自然への影響度が大きい事を表しているといえる。また色の薄い場所でも連坦あるいは接近している場所は加藤(1995)³⁾などが指摘する生態的回廊として重要な場所であり、自然の連結の視点から影響度は大きいと見るべきであろう。

一方、その場所の開発が他へ与える影響も考慮するならば、色が薄い場所でも色の濃い場所と連続する場合は色の濃い場所の自然の大きさを保つ役割を持つため、影響度は大きいと見るべきであろう（この点の詳細な検討は3.5で述べる）。

3.4 高度成長期の開発が富士山麓へ与えた影響

既に行われた開発が地域の自然にどの程度影響を与えたのかを示すことは、将来計画を考える上でも重要であろう。ここでは高度成長以前の昭和27年からほぼ現状にあたる昭和60年までに行われた開発の影響を自然被覆円によって評価する。この間の主な開発は南麓の表富士周遊道路とその周辺の別荘地・遊園地の開発、朝霧高原の別荘地ゴルフ場の開発、北麓の富士が けや別荘地・ゴルフ場・スキー場・都市公園・遊園地の開発、山中湖周辺の別荘地開発などである。図13に開発影響度（自然被覆円半径）の変化を示す。南麓・朝霧・北麓での減少がみられるが特に富士が けの影響が顕著に示されているようである。この期間この地域は昭和11年に指定された富士箱根伊豆国立公園によって規制を受けてきた。図13に国立公園の指定区域を重ねて示す。特別保護地区内には開発は無いもののその周囲に観光開発が行われたため、図の左中上の青木ヶ原から大室山にかけての特別保護地区の自然被覆円半径の減少が目立つ。このようにこの指標は規制区域の外側の開発が規制区域内の核心的な自然に与える影響を含めて評価するものであり、この視点でみれば、地域の自然を守ることに對する現行の規制効果の限界が示されているといえる。

3.5 開発が地域全体に与える影響の予測

開発影響度の空間分布図（3.3、図12）による評価では、たとえ色が薄い場所でも色の濃い場所と連続する場合は色の濃い場所の自然を保障する役割を持つため影響度は大きいと読みとる必要があった。そこでこのような「一地点の開発が地域全体に与える影響程度」を分かりやすく示すため、ある一地点を開発したときに地域全体（対象自然区域全域）の平均自然被覆円半径がどの程度減少するかを予測算定した結果が「全域

影響予測図」(図14)である。色の濃い場所の開発ほど地域全体の自然被覆円減少に与える影響が大きいことを示す。影響の大きな場所への開発に対しては、その開発の是非の検討あるいは開発に対してよりエコロジカルな施設設計を要求するなどの規制の設定を考える必要がある。また、地域目標計画年までの新たな開発総面積と、環境保全目標である自然度の減少許容量(平均自然被覆円の減少許容量)が設定されれば、それを同時に満たす開発配置パターンの検討に利用できると考えられる(厳密には想定された開発パターンごとに全域影響予測図が作成される)。なおこの評価はあくまでも現状を基準にした評価であり、また、当然ながら現状で明らかに重要と評価される自然区域があればそれを考慮しながら判断することが必要である。また開発影響度図から判断される自然回廊の有無も考慮することが必要である。

4. おわりに

提案した指標は比較的容易に計測でき、また任意に設定した地域に対して1つの評価値を計量できるもので、円形にまとめた自然の大きさ、自然の中への開発の入り込みの影響を計量的に表現できることを示した。提案した指標は開発密度の低い自然環境地域の開発限界を生態的影響の視点から評価できる基礎的指標として有用な客観的指標となることが期待される。

実際の適用では、いくつかの想定開発パターンに対応した指標値を算出して地域全体の自然の減少度合いを把握・評価するという方法が考えられるが、この時、2.1で述べた通り指標の適用事例を多く集める事が、政策決定のために必要であると考えられる。

また、本稿では自然環境の質の差異については十分検討していないが、自然被覆の定義あるいは開発の定義によって考慮することが考えられる。例えば自然被覆を自然林とすれば原生自然保護的な地域の設定判断の参考に、例えば自然被覆を田畑まで含めるとすれば小規模なビオトープを連坦させながら条件付きの人工的土地利用を行うような地域の設定判断の参考になろう。希少動植物の生息有無、湿地高地などの耐性の弱い自然、測定点の優劣、施設設計による影響緩和の程度、なども、測定点への重みづけによって取り込むことが可能である。しかし優劣の定かでない要素で重み付けされた指標値の客観性は低下する。これらは今後の課題としたい。

謝辞

山梨大学堀川和人氏には計測において多大な尽力をいただいた。(財)日本生態系協会・関健志氏、建設省土木研究所環境部・長田光世氏、皆川朋子氏には貴重な助言をいただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 石井実・植田邦彦・重松敏則(1993) 里山の自然を守る、築地出版、p.171
- 2) 糸賀黎(1990)自然環境保全。『環境科学Ⅲ 測定と評価』(河村武・橋本道夫編集), pp.155-157,朝倉書店、東京。
- 3) 加藤和弘(1995)生態学の視点で見た都市・農村計画—特に生態的回廊について—,環境研究,No.98, pp.125-132.
- 4) 例えば厳正自然保護地区を対象とし生態学的視点を取り入れた環境保全手法を提示した Kongjian,Yu (1996) Security patterns and surface model in landscape ecological planning. *Landscape and urban planning* Vol.36, No.1,Amsterdam, pp.1-17.
- 5) Laurance, W. F. (1991) Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. *Biological Conservation* No.57, pp.205-219.
- 6) Shefer, C. L. (1990) Nature reserves. *Smithsonian*, Washington, p.189
- 7) 斉藤隆史(1995)都市の鳥たち。『生物-南関東の自然誌-』(大沢雅彦・大原隆編著), pp.113-122,朝倉出版,東京
- 8) Diamond, Jared M. (1975) The Island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves, *Biological Conservation* vol.7, Applied science publishers ITD, London, pp.129-146
- 9) 土木学会編(1989)土木工学ハンドブック、p.2429
- 10) 日本造園学会編(1978)造園ハンドブック、p.89
- 11) Forman, Richard T.T. and Godron,M.(1986) Landscape Ecology. John Wiley, New York, p.106
- 12) Bosch, W.(1978) A Procedure for Quantifying Certain Geomorphological Features. *Geographical Analysis*,No.10(3), pp.241-247
- 13) 吉松京子(1991)東京の市街地の変容過程,都市計画学会学術研究論文集, No.26, pp.55-60