

環境モニタリングに関する一考察

鈴木 邦 雄

- I. はじめに
- II. 環境モニタリング
- III. 環境指標の考え方と問題点
- IV. 生物指標としての植生動態
- V. 永久方形区法
- VI. 調査結果の一例
- VII. むすび

I. はじめに

環境影響評価制度、すなわち環境アセスメント；Environmental Assessmentは、「人間の行動が環境を変える恐れがある時に、どうしたらよいかを評価し決定するための行動。とくに環境の変化に関する情報を確認し、予測し、分析し、公表する行動」（国連環境計画；UNEP, 1969）と定義される。すなわち、企業、公共団体などの開発主体は、大規模な立地改変を伴う事業の推進にあたって、種々の環境質の変化を事前に予測し、その行為の影響が人間の健康やその他の環境への適合性を失うことのないような対応策をとらなければならない。しかし、環境影響評価制度はあくまで開発という行為の影響に関する予測評価に留まっており、具体的な開発行為および事業の完成後における環境への影響・適合性についても環境管理体制の確立が必要となる^{1,2)}。

公害防止という意味から、生産活動を伴う事業主体すなわち発生源に対しては産業廃棄物、排水、排気、騒音などを中心に環境保全基準が国や都道府県、市町村レベルで決められており、個々の要因、因子（SO_x、NO_x、重金属など）に対しての環境管理体制は確立している。にもかかわらず、1972年にICSU-SCOPE（Inter-

national Council of Scientific Unions, Scientific Committee on Problems of the Environment）が指摘している³⁾ように、環境システムに内在している相互作用、補完作用というブラックボックスを解明しきれていない現在、全体的または総合的な環境管理には常にリスク risk または不確実性 uncertainty を伴っているのも事実である。

不確実性が生じる原因としては、(1) 環境そのもののプロセスが常に変動的であり、(2) そのプロセスの科学的な解明がなされておらず、しかも(3) 現象のデータや記録の集積が不十分である点があげられる。あるマイナス的な事象の発生する確率すなわちリスクは、試験研究による審査 screening、モニタリング monitoring および診断 diagnosis によって把握することができる。

本稿では、開発行為および事業の完成後における環境への影響に関する環境管理体制としての環境モニタリングについて考察を行い、さらに総合的環境モニタリングの一手法としての永久方形区についても論じる。

II. 環境モニタリング

環境モニタリング⁴⁾は、環境影響評価制度の補完的アフターケアとして環境の実態を把握す

るためのものである。また、環境モニタリングは、環境システム全体を対象とする、その維持および改善のための装置のひとつでもある。従って、「狭義では環境システムの状況とその変化の把握を目的とする観察と測定のためのシステムをさすが、広義においては、これにデータの解析・評価と予測を加え、早期警報システムの機能を含める」(天野博正, 1982)⁹⁾とされている。

環境システムは人間を始めとする生き物もその一員である無機質および有機的な物質・構成員からなるトータルシステム(価値概念を含ませる場合もある)であり、システムを直接に把握することが出来ない人間が環境を認識する、すなわち環境をモニタリングする手段は、物理的・化学的な機器による計測、または生き物などの変化・動態による評価といった環境指標に依らなければならない。

III. 環境指標の考え方と問題点

物理的・化学的な計測機器およびその技術は精密化・高度化しており、かなりの微量物質や微細な変化まで計測できる。しかし、それらが人間または環境システムと関連づけられて意味が明確にされなければ、個々の測定値をそのまま環境指標とすることができない。環境指標となるためには、個々の測定値水準と他の環境との適合性、および生存の可否、生活の快適性、健康性、安全性との関係を明確に示されなければならない。

しかし、なんらかの方法で提示された測定値水準(環境水準とも言われている)は、絶対的な妥当性を示すことができず、多くの場合は環境変化の許容水準として解釈されている。すなわち、個々の測定値水準が守られていれば環境システムは健全に機能し、如何なる開発行為、

表 1 各種環境指標の一般的特性とその限界

(政策科学研究所, 1972. 一部改変)

指標分類	因果関係	応答	分布	特性と重要性	
物理的・化学的指標	厳密 定量的	点的(時間的および空間的) 微分的	問題発生地に優先的設置 点的カバー	未知要因の読取不能 開発研究を要する 設置、保守に経費労力を要す	
生物指標	植物指標	総合的 因果関係が未知な要因あり	積分的 直接反応 タイムシリーズでの連続的、記録的	問題深刻地からは消滅 意図的設置可能 面的カバー 不 動	未知要因の警告的表示可能 読みとりに熟練を要する 保守努力少ない
	動物指標	(同上) 行動に修飾あり	積分的 逃避行動あり	問題深刻地からは逃避、消滅 面的カバー 移動性	(同上) 移動性のためデータ収集に不便 人間の生理、行動と相似、 相同
人間の申告	総合的 直観的	積分的 利害的、感情的な修飾あり	モニターの設置が可能	クレーム発生時では被害が発生している	

人間行動も許されるかの誤解がある。事実、国単位や都道府県レベルなどで値が異なっているにも関わらず、そこでの水準を越えない限り開発を抑制する根拠にならず、むしろある種の免罪符になっている。

環境システムは、大部分の環境要因が人間などの生存・生活の条件を満たしていても、たった一つの要因の過不足や複合作用によって破綻してしまうことが少なくない。環境システムの管理にあたって、物理的・化学的に分割された個々の環境要因の検討だけでは不十分である。環境指標による全体的かつ総合的な環境条件の質的把握・評価が必要となり、その可能性を満たすものとして生物指標がある。

環境モニタリングにおける物理的・化学的指標と生物指標との比較を試みる。物理的・化学的指標は明確に定義された定量的な数値を提供する点で優れており、因果関係のはっきりした事象の表現には極めて有効であるとされている。しかし指標が定義される過程において、本来複雑に絡み合っているはずの二次的、三次的な因果関係を生態と断ち切って抽出するために測定条件の限定が行われたり、前提条件が設定されたりといった操作が行われている。そのため、従来は確認されていなかった事象や多数の要因が複雑に絡み合っている現象の検知には不適切となってくる。例えば SO_x 、 NO_x などの汚染物質を何 ppm と表示することは可能であるが、それが人間や環境システムにとって何を意味しているかは全く別の問題を構成している。また、ある物質を含んだ排水の安全基準が何 ppm と定められていても、濃度よりも含有物質の総量が重要な場合もあるし、他の未知の物質、未知条件との連関で相互作用を起こすことも考えられる。測定方法そのものが問題になるケースやサンプルの個体差による影響の違いが捨象される場合があることは常に指摘されている。したがって、物理的・化学的指標は、部分最適化にしか用いられず、全体的な最適化としては作用していないとも言える。

これに対して、生物指標の考えの前提には、生き物が本質的に人間とホモロジーなものであり、環境システム（＝立地の生存条件）に適した、または耐えられる限られた種群のみがその中で生存し続けることができるということがある。そのため、生物指標は、生存というその存在をかけた環境指標であり、一面のみからの環境への対応ではない、未知の因子も含めたトータルな環境最適化の指標として機能する。さらに、空間的秩序という制約下に、生成してから現在までの集積として、時間の要素を含んだ指標として機能することが可能である⁶⁾。

表1には各種環境指標の一般的な特性とその限界が示されている⁷⁾。

IV. 生物指標としての植生動態

植生は、移動能力のない様々な植物個体を主な構成種として具体的に一定の空間を占めている集団、共同体または生態システムを意味している。植生が有している個体相互の依存関係、社会性のレベルについては議論の別れるところである。しかし、少なくとも、植生は、時間的および空間的に種子の存在が前提であると共に、無機のおよび有機の各種環境条件という制約下に発芽、生長という生命活動が行われている植物個体から構成されている。さらに、生育している植物は、環境システムという一定の環境条件下に従属的に生命活動を行っているだけでなく、“生きた構築材料”として森林、草原など新たな環境を形成し、他の動植物、カビ、バクテリアなどの生存の場をも提供している。

個体レベルで見れば、植物は、個体の生活環の中での生長／老化と外的な環境条件からの反応としての形態的变化が総和されたものとして、連続的な生命活動を行ってきている。外的な環境条件の変化を指標するものとして植物個体を使用すると、その指標は植物の大きさ、幹の太さ、開花の様子など個体の変化によって読

み取ることができる。しかし、個体レベルでは、(1) 個体の枯死、世代交代によって調査が中断してしまう、(2) 個体差を測定値から除くことが難しいため定量的な測定に向かない、(3) 人間環境、地域環境の変化との対応ができていない、などの短所がある。

種レベルでの植物相の変化は、植物が地域的外的および内的に様々な環境の制約、関門をくぐり抜けて一定の時間的および空間的な場；植生の中に生命活動を行っているため、時間的に過去との連続の中で現在の環境を指標しているとも言える。しかも、種レベルでの測定は、個体差をほとんど考慮しなくてよく、環境を人間環境、地域環境というレベルで把握するには、最も適した環境指標として位置づけることができる。

また、集団レベル、すなわち群落(植生)レベルでの変化は、時間的な尺度によって異なっている。数千年の尺度では地誌的に広域的な植物相の変化との対応がみられ、600-700年の尺度では小規模な進化が内在してくる。数百年以下の尺度では、遷移が中心となる。隆起、沈降といった地理的変動、水分条件や気候条件の変化はなんらかの群落の変化を生み、それも遷移の原因とされている。しかし、これら自然環境の変化以上に日常的に植生の遷移を促している要因として、人間活動による直接間接の影響がある。

今日現存している植生の大部分は、環境、人為的干渉の影響下に成立している代償植生である。したがって、連続的な人為的干渉が加えられない限り、時間の経過に伴って植生は、より多様性に富み潜在力の高い発達した植生へと遷移していく。一般的に植物群落の遷移系列は、1, 2年生草本植物群落→多年生植物群落→亜高木・低木林(陽樹)→高木林(陰樹)とされている。

次項で論じる生物指標による環境モニタリングの一手法としての永久方形区法は、過去から現在へと連続した時系列上で植生の変化およびそれを構成している植物相を種レベルで質的お

よび量的動態を把握するのを第一の目的としている。さらに、永久方形区法はこの動態を生じさせている主たる要因とくに環境システムの変化および人間活動の影響との関係を明らかにできる。

V. 永久方形区法

ニュータウン、産業立地、エネルギー基地の建設など環境開発によって、その土地および隣接地区の環境システムは、少なからざる改変を伴う。そこでは、植生、動物相など自然生態系の占める割合の減少と、鉄や石油化学製品など非生物的材料による人工環境系の割合の増加を生じさせている。したがって、開発立地では安全かつ健全な形で環境システムを維持管理するための前例がないとも言える。そこで、最近では開発立地の環境変化を予測するという不確定な要素を含んでいる環境影響評価制度；環境アセスメントを補足するものとして各種環境モニタリングが導入されている(一部は国や都道府県の指導という形で)。

永久方形区法は、生物指標を用いた環境モニタリングの一手法であり、エネルギー基地の建設(土地造成を含む)および稼動に伴った周辺環境への影響のモニタリング、道路建設にかかわる環境モニタリング、公共施設、下水処理場などの建設による周辺地域への影響についての環境モニタリングなどで実用化が行われている。

次に、永久方形区法の具体的な方法について示す。

1. 永久方形区の設定

永久方形区法とは、環境モニタリングの対象地域内で、盛り土・切り土の造成工事などの開発行為が直接及ばない地点に固定枠を設定して、その枠内の植生の動態を生態学的に追跡調査する方法である。環境モニタリングの対象域は、開発事業の規模と種類によって異なっている。例えば、最近の火力発電所では周辺1km

および 30 km (調査密度に差をもたせている) 圏を対象としている。原子力発電所の立地では 1~5 km 圏内を対象としている。また、自然公園域内の例では開発地点に隣接した自然度の高い小面積のみを対象としている。

調査地点は、(1) 一定面積以上の広がり、(2) 調査枠内の立地条件、過去の人為的影響の均質性、(3) 生育している植生の相観と構造の均一性、(4) 今後の人間活動の影響を受けない、の4条件で選定される。調査枠内の植生は、設定が可能ならば、自然植生から代償植生まで、森林植生から草本植生まで各タイプを網羅することが望ましい。調査枠の大きさは、開発行為や隣接する環境の影響が部分的に及ばない条件下で、森林植生を対象とするなら20m×20m~5m×10m、草本植生であれば5m×10m~2m×3mの面積が必要である。

2. データ収集

環境モニタリングとして永久方形区法を用いるのは、個々の環境要因の動態を計測するのが目的ではなく、環境システムとして調査対象域の環境動態を生物指標によって把握するためである。したがって、データの収集は、生態学的方法による植生調査法として一般的な Braun-Blanquet 法 (1964)⁹⁾ によって行われる。

(1) 階層構造の区分：多層構造を形成している植生では、個々の植分に応じた階層構造の区分が行われる。次に、区分された階層毎に、植生の高さと植被率も測定される。

(2) 種リストの作成：調査枠内に生育している種の完全なリストを、階層別に作成する。

(3) 総合優占度の測定

総合優占度は、各々の種が調査枠内で占めている面積の測定値であり、個体数をも考慮している。現地での測定は、植生の特徴も加味して、以下の6階級に分級される。

5…植被が調査面積の3/4以上を占めているもの。

4…植被が調査面積の1/2~3/4を占めてい

るもの。

3…植被が調査面積の1/4~1/2を占めているもの。

2…個体数がきわめて多いか、または少なくとも、植被が調査面積の1/10~1/4を占めているもの。

1…個体数は多いが、植被は1/20以下。または、植被が1/10以下で個体数が少ないもの。

+…個体数も少なく、植被も少ないもの。

r…きわめてまれに、最低植被で出現するもの (r記号が省略されて、+にまとめられることも多い)。

以上のうち5, 4, 3は個体数の多寡を問題としない。

(4) 群度の判定

植生の動態を把握するために、優占度とは別に個々の種がどのように配分されているかを調べるために、以下の5階級に分級される群度が判定される。

5…ある植物が調査地内にカーペット状に一面に生育している。

4…大きな斑紋状、カーペットのあちこちに穴があいている様な状態。

3…小群の斑紋状。

2…小群状。

1…単生。被度が+またはrのときは省略。

(5) その他

調査にあたっては、海拔高度、方位、傾斜、土壌条件、動物相、人為的影響、隣接する植生など直接間接に関連すると思われる資料も併せて記載される。

VI. 調査結果の一例⁹⁾

関西地方のエネルギー基地を対象として行われた永久方形区法の事例を示す。調査は、1978年5月に調査枠の設定と第1次調査が行われて以来、同年8月(第2次調査)、同年12月(第3次調査)、1980年5月(第4次調査)、同年9月

表 2 永久方形区調査の一例 (調査区番号 KT-1)
 (調査面積: 10×10 sq·m, 方位・傾斜: E20°, 標高: 140 m)

調査数次	1	2	3	4	5	6	7	8	9
調査年月日	'78	'78	'78	'80	'80	'81	'83	'83	'84
	5	8	12	5	9	3	6	9	4
	23	7	1	27	6	17	7	8	24
高木層(B1)の高さ(m)	14	14	14	14	14	15	15	15	15
高木層の植被率(%)	70	80	70	80	85	85	90	95	80
亜高木(B2)層の高さ(m)	9	9	9	9	9	9	9	9	9
亜高木層の植被率(%)	30	30	30	30	30	30	30	20	20
低木層(S)の高さ(m)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
低木層の植被率(%)	40	40	40	30	40	40	40	40	35
草本層(K)の高さ(m)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
草本層の植被率(%)	20	15	15	15	15	15	15	15	15
出現種数	29	28	27	32	26	25	41	46	39
(1) 消長, 量的変化ともなかった種	(階層)								
<i>Cryptomeria japonica</i>	B 1	(1·1)	(1·1)	(1·1)	(1·1)	(1·1)	(1·1)	(1·1)	(1·1)
<i>Pourthiaea villosa</i> var. <i>zollingeri</i>	S	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Viburnum erosum</i> f. <i>punctatum</i>	S	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lindera umbellata</i>	S	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Struthiopteris niponica</i>	K	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Liriope platyphylla</i>	K	+	+	+	+	+	+	+	+
(2) 消長をとまなわない量的変化のあった種									
<i>Eurya japonica</i>	B 2	2·2	2·2	2·2	2·2	2·2	2·2	2·2	2·2
	S	3·3	3·3	2·2	2·2	2·3	2·3	2·3	2·3
<i>Callicarpa mollis</i>	S	+	+·2	+·2	1·2	+·2	+·2	+·2	+·2
<i>Quercus glauca</i>	S	+	+	+	+	1·1	1·1	1·1	1·1
<i>Ophiopogon japonicus</i>	K	1·2	+·2	+·2	+	1·2	2·2	+·2	+·2
<i>Dryopteris erythrosora</i>	K	+	+	+	+	+	+·2	+·2	+·2
<i>Gleichenia japonica</i>	K	(+)	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+·2	+
(3) 特定の階層のみ消長のあった種									
<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	B 1	4·3	4·3	4·3	4·4	4·4	4·4	4·4	5·4
	B 2	+	+	+	+	+	+	+	+
	S	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Carpinus tschonoskii</i>	B 1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1
	S	.	.	.	.	.	.	.	+
	K	.	.	.	.	.	.	+	+·2
<i>Fagara ailanthoides</i>	B 1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1	1·1
	K	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Persea thunbergii</i>	B 1	1·1	2·1	2·1	2·1	1·1	2·1	1·1	1·1
	B 2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·1	1·1	1·1	1·1
	K	.	.	.	.	+	.	+·2	+
<i>Neolitsea sericea</i>	B 2	2·2	2·2	2·2	1·2	1·2	1·2	+	+·2
	S	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2
	K	+	+·2	+·2	+	.	.	1·2	1·2
<i>Ilex pedunculosa</i>	B 2	+	+	+	1·2	1·2	1·1	1·1	+
	S	.	.	.	.	.	+	+	+

表 3 全調査を通した種の動態 (I)

調査区番号	1	2	4	5	6
平均出現種数 (出現種数)	32.6 (25~46)	28.8 (27~36)	39.3 (32~45)	30.7 (25~35)	28.3 (24~35)
消長, 量的変化ともない種 (*)	6 (1, 3)	8 (3, 2)	9 (3, 4)	4 (2, 2)	0 (0, 0)
量的変化が測定された種 (*)	6 (5, 1)	5 (3, 1)	6 (1, 4)	8 (4, 3)	5 (1, 1)
一部の階層でのみ消長が測定された種 (*)	9 (4, 1)	6 (4, 1)	8 (4, 3)	10 (3, 2)	11 (5, 4)
消長が測定された種 (*)	38 (3, 20)	38 (5, 8)	42 (4, 13)	29 (2, 11)	41 (5, 11)

* : 括弧内はヤブツバキクラスの種数, プナクラスの種数
 群落名 : 1, 2, 4, 5, 6 : イノデータブノキ群集 (常緑広葉樹林)

表 4 全調査を通した種の動態 (II)

調査区番号	3	7	8	9	12
平均出現種数 (出現種数)	36.9 (30~45)	31.9 (28~38)	17.7 (15~20)	26.9 (22~33)	38.0 (27~51)
消長, 量的変化ともない種 (*)	4 (3, 0)	5 (2, 2)	0 (0, 0)	3 (2, 0)	2 (1, 0)
量的変化が測定された種 (*)	8 (3, 3)	6 (2, 3)	8 (3, 5)	4 (2, 1)	8 (4, 1)
一部の階層でのみ消長が測定された種 (*)	11 (8, 2)	10 (4, 5)	7 (4, 2)	11 (6, 3)	8 (4, 3)
消長が測定された種 (*)	39 (3, 19)	23 (7, 5)	6 (3, 5)	24 (5, 8)	43 (9, 25)

* : 括弧内はヤブツバキクラスの種数, プナクラスの種数
 群落名 3 : イヌツゲーイヌシデ群落 (夏緑広葉樹林, 二次林)
 7-9, 12 : コハウチワカエデーコナラ群落 (夏緑広葉樹林, 二次林)

(第5次調査), 1981年3月(第6次調査), 1983年6月(第7次調査), 同年9月(第8次調査), 1984年4月(第9次調査)の計9回実施されている。

調査データの収集は現在でも継続されており, 最終的な結論をだすには至っていないが, 現在までの調査データから環境モニタリングに

関するいくつかの生態的特性を指摘することができる。

1. 生物指標の変化

永久方形区内に生育している植物相が全くあるいは殆ど変化しないのでは生物指標としてデータの解析が困難になる。しかし, 今回の事例

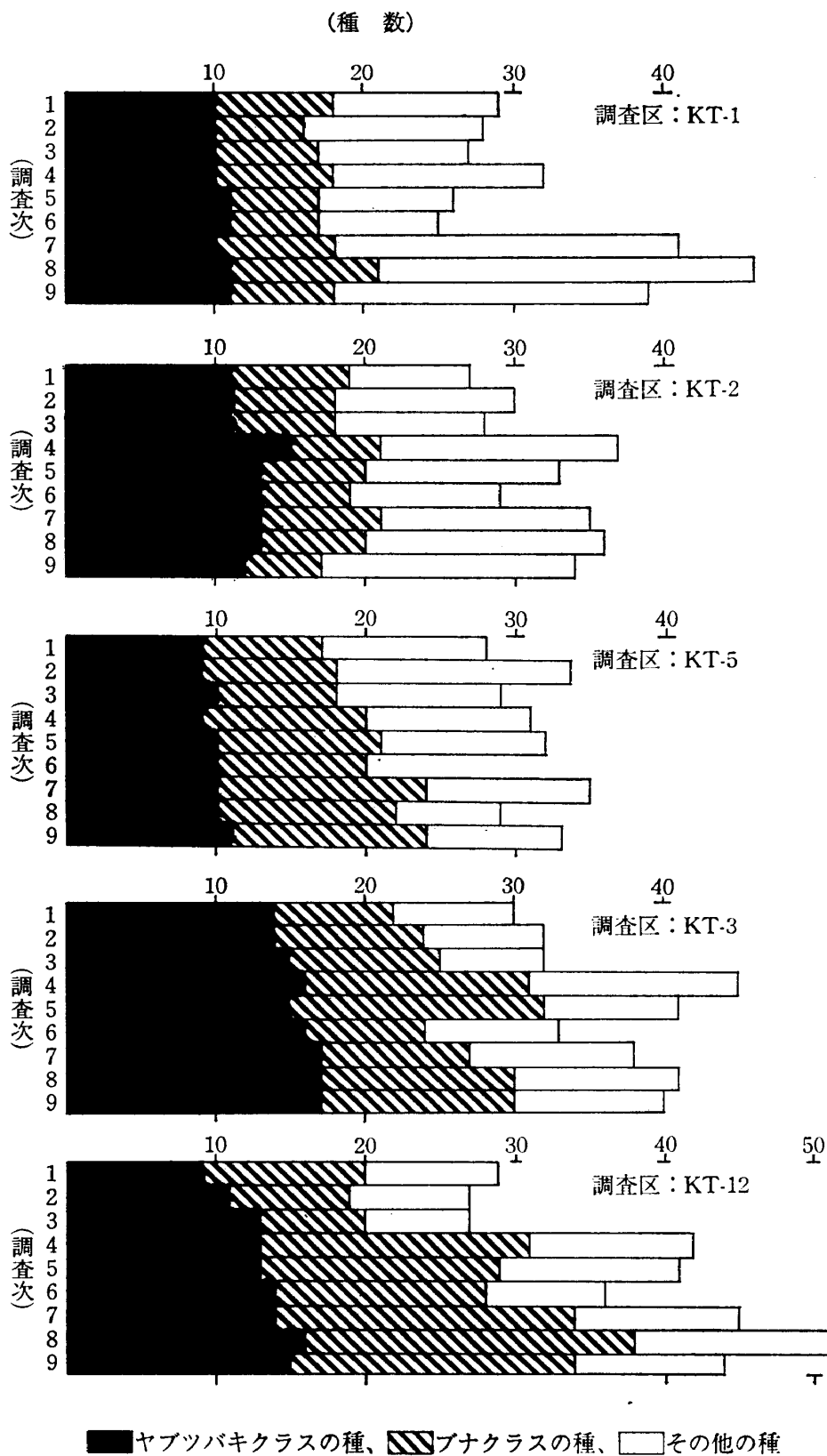


図1 調査次別出現種数

では、前後9次の調査で確認された種のうち、86.2~100%の種が何らかの動態が生じている。その動態は、総合優占度、群度など量的な変化から、一部の階層あるいは方形区全体での種の消長まで多彩である(表2, 3, 4参照)。

変化を生じさせているの主な原因として、(1) プラスの方向として時系列的要因(=進行遷移)、(2) サイクリックな季節的要因、(3) マイナスの方向として人為的影響(退行遷移)を、上げることが出来る。調査地点KT-1においてスタジイの高木第一層(B1)が4・3→4・4→5・4と変化するのは明らかに時系列的要因からであるし(表2参照)、調査地点KT-3, 12におけるヤブツバキクラス(=自然植生)の種が増加している傾向(図1参照)も同じ要因からである。また、調査地点KT-1において第7および8次調査でムラサキニガナ、コナスビ、ネムノキ、ヒヨドリジョウゴなどが新たに進入したことによって、出現種数が25~32種→41~46種に増加している(表2, 図1参照)のは、1982年に行われた隣接地の造成工事の影響が及んでいるためである。個々の種の消長や量的増減の変動は生態的ニッチに対応した生物の間接的な表現であり、環境システムに対する生物指標の測定値に他ならない。今回の事例は安定した環境システムである森林植生を対象としており、環境アセスメントで予測されているように開発事業が調査地点の環境システムのポテンシャル変化を生じさせていないことが示されている。

2. 課題と問題点

生物指標は、物理的・化学的指標と同様に、測定されたデータがそのまま環境システムをモニタリングしたことにはならない。常に、専門家を含めたデータの解析と判読という作業が必要となってくる。その作業の困難さは、環境アセスメントをふまえた環境開発行為が対象であり、本来なら環境システムの動態が生じてはならないことにも因って生じてくる。そして、物理的・化学的指標との連関において全体的および

複合的影響を評価することが求められているとも言える。さらに、環境システムへの被害が生じてから測定を始めたのでは、環境モニタリング本来の意味が殆どなくなってしまう点もあげることができる。

今回のデータを収集するのにほぼ6年の年月を要しており、如何なる手法であっても短期的な環境モニタリングの成果が期待できない。また、永久方形区法による環境モニタリングの測定データに関する数値的な環境水準がないため(それが全体的および総合的環境モニタリングの特性であるにもかかわらず)、事業主体、地元住民、地方公共団体などにおいて対応策が異なってくることも予想される。

VII. むすび

本稿は、開発立地の環境管理体制の確立に伴って、注目をあびている環境モニタリングの基本的な位置づけを明らかにしようと試みたものである。環境モニタリングには、物理的・化学的指標および生物指標を用いる方法がある。これら指標の特徴を示すとともに、環境システムの全体性、複合性という特性を反映した一手法(生物指標)としての永久方形区法について事例報告を行っている。しかし、環境モニタリングは、何れの方法を用いても、今後理論的および実践的に解決すべき問題が多いことも事実である。

環境アセスメントおよび環境モニタリングを前提とした開発立地の環境管理は、開発事業主体、地域住民、地域生態系など各種レベルにおいて基本的かつ重要な課題であり、今後より理論的および実践的な戦略の確立をはかっていきたい。

注

- 1) 環境開発と環境管理に関する全般的な問題を述べているものは少なくない。例えば、Edmunds,

- S. & J. Letey, *Environmental Administration*, McGraw-Hill, N. Y., 1973., Ewald ed., *Environment for Man*, Indiana Univ. Press, 1967 (磯村英一ほか訳, 『人間環境の未来像』, (鹿島研究所, 1968), 近藤次郎, 『環境科学読本』, (東洋経済新報社, 1984) 等がある。
- 2) 鈴木邦雄, 「環境開発と自然度分級の位置づけ」, 『横浜経営研究』第VI巻第1号, 1985, pp. 67-69.
 - 3) 1972年6月ストックホルムで開かれた国連人間環境会議では, 環境は人間の生存権享受のための基本的な土台であるという認識にたつて, 人間環境の宣言を行ない, その勧告(行動計画)のなかで, 環境の保護・改善の基礎資料として, その基盤や各種の条件について, 国際的なモニタリング(monitoring)を実施すべきことが論議された(環境庁: 国連人間環境会議の記録, 1972. *Friends of the Earth: The Stockholm Conference, Only One Earth*, 1972)。このモニタリングとは, ICSU-SCOPE は“科学的に設計された方法で, 環境の諸性質の測定と観察を定期的に継続して行なうこと”と定義している(SCOPE, *Global Environmental Monitoring*, 1972)。モニタリングの効能として, SCOPEは, 潜在している環境悪化の徴候が早期に発見できる, その原因がわかり, 対策が講ぜられる, 将来の予測ができる, 資源の保護に役立つなどの項目をあげている。
 - 4) モニタリングは監視と訳されることも多いが, 環境の安全性など質的な側面を管理するという社会的要請にもとづいて行われるものであり, 監視とは若干ニュアンスが違っており, モニタリングという言葉がそのまま一般化している。
 - 5) 天野博正, 『環境科学』, (技報堂出版, 1982) pp. 215-216.
 - 6) 生物指標の利点と欠点に関しては, 松中昭一編著, 『図説環境汚染と指標植物』, (朝倉書店, 1979)における指摘がある。それによると利点として 1)要因を複合的・総合的にとらえうる, 2)広域および長期間にわたり要因の蓄積も知りうる, 3)特定汚染要因の把握が可能な場合もある, 4)人間への影響として理解・換算しやすい, 5)高価な機器を必要とせず, 経費がかからない, 6)簡便で高度の技術は不要である, 7)環境美化にも貢献する, 8)調査を秘密理にも実施出来る, の8点を, また, 欠点として 1)調査結果のばらつきが大きい, 2)結果の数量化が難しい, 3)環境以外の要因の影響を受ける場合がある, 4)多くの労力を必要とする, 5)指標生物自身の管理に格別の配慮が必要な場合がある, 6)汚染が極限を越えなければ指標生物は死滅する, の6点をあげている。
 - 7) 政策科学研究所, 『産業活動と自然との調和のためのエコロジー・システムへの接近』, 1972, p. 8.
 - 8) Braun-Blanquet, J., *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*, Springer-Verlag, 1964, pp. 23-45.
 - 9) 具体的なデータ解析は, 宮脇昭・鈴木邦雄「植物群落の動態に関する調査・研究Ⅲ」, 『横浜植生学会報告』, 第52巻, 1985 において詳細に行っている。
- [すずき くに お 横浜国立大学経営学部助教授]