

港湾技研資料

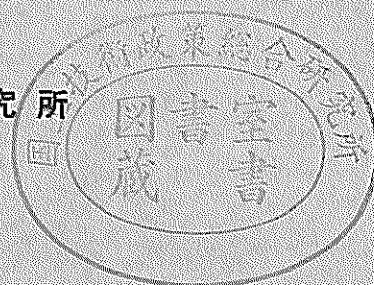
TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 214 Mar. 1975

港湾計画における環境アセスメント手法

稲村 肇

運輸省港湾技術研究所



港湾計画における環境アセスメント手法

目 次

要 旨	3
1. 環境アセスメントの規定	3
2. 港湾計画の段階と環境アセスメント	4
2.1 港湾計画の段階と評価の現状	4
2.2 環境評価の空間的範囲と評価時点	4
2.3 環境評価システム	10
3. 環境変化の総合評価	11
3.1 評価手法の具備すべき条件	11
3.2 従来の研究	12
3.3 環境システムマトリックスの概要	12
3.4 影響要素－環境因子マトリックス	15
3.5 環境因子－環境事象マトリックス	16
3.6 環境事象相互連関マトリックス	18
3.7 環境事象評価マトリックス	18
3.8 地域特性ベクトル	22
3.9 2.3の問題点と対策	22
4. 今後の展望	24
参考文献	24

A Comprehensive Environment Assessment System
for Port Planning

Hajime INAMURA *

Synopsis

The theme of environment conservation in port has been limited only to the direct problems, such as diffusion of water pollution owing to the reclaiming works on the dredging works, and the break on the coast owing to the breakwater. But, show more variety in port functions of nowadays has created many problems of port environment. One of them is the ecological problems about animals, plants, and etc. Another is the social problems about the view, the community, and etc. On estimation of port plan, we must consider these heterogeneous environmental conditions synthetically. Then, considering the characteristics about port plan, this thesis discusses followings.

- 1) The environment is divided into three categories, that is, environment effect elements, environment factors, environment matters.
- 2) The comprehensive environment estimation system with the object to grasp the interrelation among the four categories the human society in addition to three categories above mentioned.

* Member of the Port Planning Laboratory, Design Standard Division

港湾計画における環境アセスメント手法

要 旨

稲 村 肇*

環境保全の重要性にかんがみ、環境庁をはじめとする諸官庁はもとより、大学、自治体、研究所等において環境の問題は広く論議、研究されている。そこで港湾計画を眺めてみると、港湾における環境保全の主題は従来、埋立て、浚渫などの工事による水質汚濁の拡散、及び防波堤の建設による海岸の決壊といった直接的なものに限定されてきた。しかし、近年の港湾機能の多様化は港湾をめぐる多くの問題をもたらした。それらは動物、植物といった生態系の問題であり、景観、コミュニティといった社会的問題である。港湾計画の評価に際しては、これらの異質の環境事象を総合的に考慮せねばならなくなってきた。そこで本研究では、港湾計画の特質を考える中で、環境が環境影響要素、環境因子、環境事象の3つのカテゴリーに分割されることを述べ、さらに人間を含めた4カテゴリーの関連を把握する方向での総合的環境評価の手法について述べる。

1. 環境アセスメントの規定

現在、大都市及び大規模工業基地帯周辺の自然環境は座視し得ないほど悪化している。もちろん現在の自然環境を更に悪化させないための最善の策は新規の工業立地をはじめとする自然環境の悪化を惹き起す全ての行為を禁止することである。しかし、我国の均衡ある発展を考える際、いわゆる自然環境最優先の思想は無条件の経済環境最優先の思想と同様に明らかに誤りであると言わねばならない。何故なら我々人間の生活環境は（分類の是非は論じないとするれば）自然環境、経済環境、社会環境の3つの側面より構成されているのであり、それらの1側面のみを優先しえないことは自明の理であるからである。

公私を問わず開発行為を考えた場合、それらの行為は前記の3側面の環境に対し何らかのインパクトを与える。そのインパクトは正の方向である場合もあるし、負の方向のインパクトの場合もある。それは開発行為の性格によって異なる。先に述べた均衡ある発展とはそれらのインパクトの結果の累積和としての生活環境の改善を意味する。

地方の工業港湾を例にとって開発行為のインパクトを考えてみよう。地方部での工業港湾の開発は一般に所得の地域較差の是正、国富の増大等の経済環境の改善及び

人口流出の防止といった社会環境の改善を目的とする。しかしその開発はコミュニティの破壊といった社会環境の悪化を惹き起すかもしれないし、大気汚染、水質汚濁、景観の変化等々の自然環境の劣化を惹起する。更に地域によっては漁場の喪失といった経済環境に付する負のインパクトも考えられる。

従来の開発行為の評価は主として費用便益分析によって行われてきた。すなわち費用として建設費、漁業補償等を取り、地域所得の向上或いは入港料、関税収入等を便益としその費用便益率をもって計画の採否を決定してきた。いわゆる内部収益率（自由競争下での資本主義経済社会においては最も良い指標と言われている）を唯一無二の評価尺度としてきたのである。この場合最大の問題となるのが自然環境や社会環境といった公共財に対する負のインパクト（いわゆる外部不経済）が算定から除外されることである。このことが現在各地で頻発する開発に対する摩擦の原因となっていると考えられる。我々が考えうる第一の対処法は外部不経済の内部化といったアプローチである。外部不経済の内部化、或いは外部不経済のコスト評価に関しては宇沢弘文氏の指摘を待つまでもなく内外の多くの人々によって研究がなされている。しかし、残念ながら、それらの研究は現在のところ必しも実用に供せるような十分な成果を挙げているとは言えない。

* 設計基準部 計画基準研究室

改善のアプローチとして考えられるのが開発行為にかかる外部不経済（うち貨幣タームに換算しにくいもの）を内部収益率と分離して算定することである。このアプローチは評価が内部収益率、外部不経済の2種類のインデックスによって行なわれるために、いわゆる最適化の手法を適用することは困難である。従ってこのアプローチにおいて、我々はまず実行可能な種々の代替案を取り上げ、評価値をそれぞれ各々に関して算定するという方法をとらざるを得ない。

これが本研究における環境事前評価（アセスメント）の基本的考え方である。すなわち本論文で述べる環境とは先の分類によれば自然環境並びに社会環境を意味するものであり経済環境は含まれない。

2. 港湾計画の段階と環境アセスメント

2.1 港湾計画の段階と評価の現状

港湾計画は一般にハイアラキー決定過程として進められる。すなわち計画の初期段階では計画をとりまく自然的、社会的システムを極めて広汎な範囲でとらえるが、順次そのシステム限定し、より詳細にわたる計画へと進む。この上位から下位への計画段階は一般に構想計画、基本計画、実施計画の名で呼ばれる。上位の計画において採択された計画案のみが下位計画において検討対象となり、一旦上位の計画段階において棄却された計画は下位の計画において再び採択されることはない。これを図示したのが図-1である。

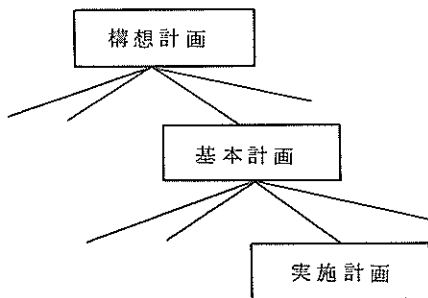


図-1 計画のハイアラキー

港湾計画に際しての環境の事前評価もこの計画のハイアラキーに対応して行なわれるべきであると考えられる。例えば、東北地方に開発効果を及ぼす港湾の建設はまた開発の結果として大なり小なり東北地方全体に対し環境の変化をもたらす。また建設施設の小さな変更はその施設の近傍の住民に騒音、大気汚染等の影響の変化をおよぼ

す。かように計画において期待しうる効果と表裏一体の形で環境の変化が生じるのであり、それゆえ考慮すべき環境因子は計画の各段階によって異なるのである。環境アセスメントは計画の各段階において効果及び費用の評価がなされると同一の対象地域について行なわれるべきであり、この経済面と環境面からの評価にもとずいてその計画案がさらにより下位の計画段階において検討されるべきか、あるいはその段階で棄却されるべきかが決定されねばならない。このことは環境アセスメントが現実の計画作成段階で実施される場合に特に重要である。

以上の考えに立って本節ではまず港湾計画の段階を明らかにし、そのときの対象システムの範囲及び現在の評価項目を示す。更にそれと対応させて検討を加えるべき環境因子を明らかにする。これらを示すのが表-1、2、3及び表4である。

2.2 環境評価の空間的範囲と評価時点

a. 空間的範囲

港湾地域という概念は非常にあいまいであるが、大きく分類すれば次のように考えられる。図-2参照

- i) 第1地域 — 制御可能地域
- ii) 第2地域 — 直接影響地域
- iii) 第3地域 — 間接影響地域

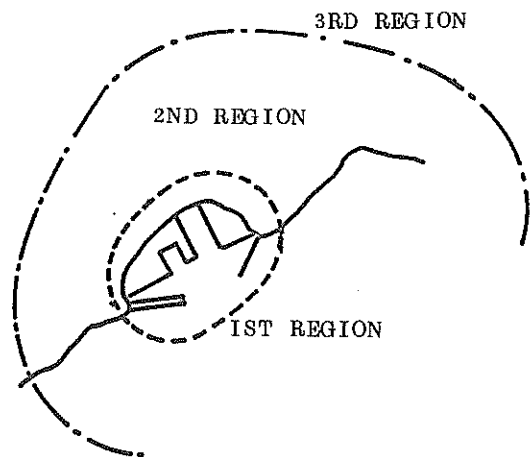





図-2 計画地域の分類

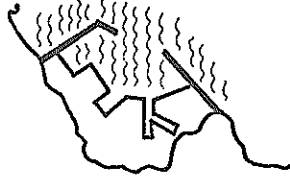
ここで第1地域とは港湾管理者の立場から制御可能な地域である。陸で言えば臨港地域或いは港湾建設と同時に立地する企業の立地点であり全て政策的に決定しうる地域である。海上でいえば港湾地域指定地区、すなわち漁業等が行なわれていない地域である。狭く定義すれば

表一 構想計画（鉄道、空港、港湾）

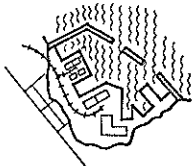
〔計画主体〕	計画考慮範囲	考えうる代替案	外部経済効果		外部不経済効果		現在の調査内容	現在の評価項目
			便益*	非便益*	環境破壊			
ネットワ ークに 関する 基本 的構 想	全国 —鉄道— 	基幹交通ネットワークを建設しない。 基幹交通路として道路を建設する。 基幹交通路として鉄道を建設する。 複線化 電化 新幹線	各地域の特性に応じた地場産業の発展 人口移動が急激でない。 沿線地域の産業の発達による所得の向上 時間距離の短縮による全国の均一化 時間距離の急激な短縮 輸送力の増大による物流の円滑化 公共投資の有効需要の創出効果	急速な地域の成長はあり得ないので所得の地域較差が拡がる恐れがある 一次産業の衰退を招く 人口流動の加速による各種の弊害 エネルギー資源の大量消費	自動車交通の増大による大気汚染の増加 航空機による大気汚染 埋立等建設による水質汚濁 産業立地による大気汚染、水質汚濁、廃棄物 関連住宅立地による家庭排水、家庭廃棄物	主要都市間の交通需要と所要時間（空港、鉄道） サービスマスター（空港） 旅客流動調査（鉄道、空港） 貨物流動調査（鉄道、港湾） 工業立地の予測 相互ネットワークの競合補完関係	人口カバレッジの大きさ 交通密度の偏り 新産業都市との連絡 交通手段相互のネットワークの補完、競合関係 物流、旅客流動の効率的組合せ 1日行動圏の拡大 工業特別地域との連絡	
	—空港— 	基幹交通路として航空ネットワークを整備する。 空港整備 空港建設						
	—港湾— 	基幹輸送路として港湾を整備する。 港湾整備 港湾新設						

* 便益、非便益とは、本来的に定まっているものでなく、ある主体にとって便益であるものが、同時にある主体にとって非便益になることもある。

表一 2 基本計画面（港灣）

港湾管理者	計画考慮範囲 〔地図のスケール〕 1:10,000~1:50,000	考えうる代替案 埋立ならびに構造物の法線の代替案 用排水計画に関する代替案 土地利用計画 関連する地域計画との調整に関する代替案 地域指定との調整による代替案 代替案となりうる関連計画	外部経済効果		現在の調査内容	現在の評価要因
			便益	外部不経済		
〔決定事項〕 法線計画 港灣利用計画 港灣利用計画 土地利用計画 資金計画		公共投資の有効 需要創出効果 輸送コストの低減 物資の貯蔵による物資の安定供給による価格安定効果 前方圏と背後圏との間の時間節約便益 地域開発効果 人口の定着による都市機能の充実 地域所得の向上	地域の過疎、過密化 土地利用の非効率化 1次産業の衰退	用地造成に伴う慣れ地の発生 関連産業の立地等による土地利用変化に伴う汚染の増大（含住宅） 関連交通の増大による汚染の増大（利用船舶を含む） 用地造成、人工構造物と周辺景観との不調和	自然条件の認識、推算 風、波、潮流、漂砂 背後圏の経済指標 人口、産業別生産所得 工業出荷額等の実績と見直し 産業立地条件 鉄道、道路等の背後交通の現状と将来計画 取扱い貨物量 港灣貨物の背後流動 入港船舶 施設利用状況 隣接港灣の充展方向 幹路網の設定の可能性 原材料製品の需給関係 都市地域の発展の可能性 立地する産業の規模の予測 測 建設改良に要する費用 文化財、観光資源、自然生態系等の調査 環境条件の現状と将来	国の基本方針との整合性。 県、市の総合計画、長期計画等との整合性。 各港灣との機能分担の適否 海と交通の安全性 投資規模の適否 貨物流動のスムーズ性 自然条件に対する防護 背後交通との連絡 環境基準の達成度（広域） 他の計画との整合性 文化財、観光資源、生態等の保存 港灣の利用効率 地元の財政収入 船舶の利用者 雇用者数の多少 取扱い貨物量 投資効果 地域開発性
		〔計画考慮範囲〕 地方又は数県				

表一三 事業計画（実施計画）（港湾）

〔計画主体〕 港湾管理者	計画考慮範囲 当該港湾区域 〔地区スケール〕 1:1,000～ 1:20,000 	考えうる代替案 施設建設順序の代替案 資金充当の代替案 施工方法 構造の代替案 環境施設を付随させた代替案 周辺の土地利用	外部経済効果		現在の調査内容	現在の評価要因
			便益	外部不経済効果 環境破壊		
〔決定主体〕 運輸省 港湾管理者			便益	自然景観の破壊 利用船舶による油濁 関連立地企業による汚染負荷量の増大 関連交通網整備による汚染負荷量の増大 潮流の変化による海岸の侵食 停滞性水域の造成による水質悪化 港湾荷役に伴う騒音、振動、大気汚染負荷の増大 港湾工事に伴う海水汚染濁および生態系への圧迫	自然条件の解析 実験、実施調査 風、波、土質、潮流、漂砂、深浅別量、地形等 河川調査 流況、深浅、水質 底質、流下土砂 海岸性状調査 深浅、汀線、漂砂洗掘 環境汚染調査 水質、底質、大気騒音、粉塵	工事費（用地費を含む） 採算性 施工性 工期 付帯工事 環境基準の達成

表一 4 港湾計画において考慮すべき環境変化

計画段階	計画考慮範囲	調査対象単位	考慮すべき環境変化	評価項目
構想計画	全 国	地 方	<ul style="list-style-type: none"> ○ 施設建設及び地域開発に伴う流れ地の発生 ○ 貨物輸送パターンの変化による汚染負荷 ○ 港湾整備の波及効果としての産業立地パターンの変化による汚染の増大 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 大気汚染物質 ○ 水質汚濁物質 ○ 産業及び都市廃棄物
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 用地造成に伴う流れ地の発生 ○ 関連産業の立地等土地利用変化に伴う汚染の増大（住宅立地も含む） ○ 関連交通の増大による汚染の増大（利用船舶を含む） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 農地、山林、自然汀線、漁場の破壊、潮流の変化 ○ 水質汚濁物質 ○ 大気汚染物質 ○ 産業及び都市廃棄物
実施計画	県あるいは市	個々の構造物	<ul style="list-style-type: none"> ○ 用地造成、人工構造物と周辺の景観との調和 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 景観
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 施設建設に伴う海域への影響（流況の変化、停滞性水域の出現、堆積現象の変化） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 潮流、潮位 ○ 水質 ○ 浅海底の探素
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 施設建設に伴う陸域への影響（植生の変化、海岸侵食堆積の変化） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 地下水位
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 施設建設に伴う陸水への影響（地下水位の変化、内水の停滞変化） 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 潮位 ○ 地下水位
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 建設工事による汚染増大 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 騒音、振動 ○ 粉塵 ○ 埋立て土砂の流出
			<ul style="list-style-type: none"> ○ 人工構造物と周辺の景観との調和 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 景観

防波堤内と言うこともできる。

第2地域とは港湾関係の活動ないしは第1地域内で行なわれる種々の活動が何らかの直接的影響（騒音、大気汚染等）を与えらると思われる地域である。陸上についてこの地域をはっきり規定することは困難であるが次のように考えてもよい。すなわち、港湾関係の車両が交通に対して大きな負荷を与えていると思われる地域（港湾関係車両が全交通の約1割以上の道路を含む地域）或いはその他の環境変化が及ぶと思われる地域を考えればよい。

第3地域は港湾の開発が何らかの影響を与えらると思われる地域である。すなわち、一般に言われる港湾圏或いは背後地をイメージすればよい。

次に計画のハイラキーと地域分類の関係を見る。計画の段階が上位計画から下位計画へ進むに従って考慮すべき範囲が縮小することは先に述べた。構想計画の段階においては港湾を作るか或いは代替施設を作るかといったレベルでの検討である。したがって、その開発の影響も当然影響する全範囲の地域をとらねばならない。

第3地域はその影響の限界の地域を示したものである。構想計画においてはこの地域空間の範囲内で考えればよい。但し、先に述べた背後圏とは考えうる代替案（例えば、鉄道、空港等）に関する影響圏をも包含せねばなら

ぬことは当然である。

基本計画の段階においては、ある地域空間の範囲内でどこに港湾を作るか、又その場合の概略の法線、土地利用を定めようとするものである。この段階では構想計画の範囲（第3地域）内の条件は一定である。したがって考慮すべき範囲は地域によって港湾開発による直接的影響が異なるという意味で第2地域までとればよいことがわかる。

実施計画の段階においては主として計画地域内の施設のロケーション或いは細部設計を決定する。ロケーション、細部設計によって影響量が変化するのは港湾地域の近傍だけである。従ってこの段階で考慮すべき範囲は計画地域或いはそれに近接する地域をとればよいことがわかる。第1地域はおよそその範囲を示すと考えてよい。

b. 評価時点

評価する時期に関しては多種多様な考え方が存在する。環境の変化の中にはかなり長期にわたるものがあるため長期的な観点から評価しなければならないし、建設期間中のみ発生する環境変化にも重大なものがある。したがって建設開始からの時間の流れに対する環境変化は十分考慮しなければならない。時間と環境変化の関係を示したのが図-3である。

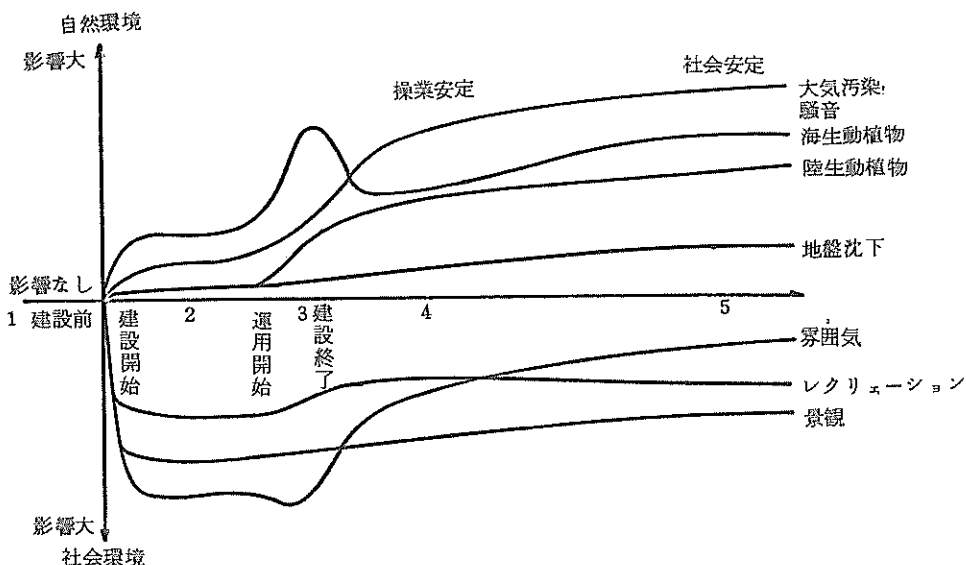


図-3 評価の時期

図を見ればわかるように環境変化は建設開始直後に始まり、新たな安定に達するためには運用開始を基準にして約20年を要する。この間、教度の安定期があり、大きなピークを建設終了直前に迎える。これらのことより我々が環境アセスメントを行なうべき時点は次の5時点であることがわかる。

- ① 建設開始前
- ② 建設の最盛期
- ③ 建設の終了直前
- ④ 運用開始の約5年後
- ⑤ 運用開始の約20年後（1世代の交替）

次は計画のハイラキートと評価予測の時期の関係をみる。全ての段階において建設開始前（①）の時期と比較せねばならぬことは当然である。

構想計画は長期的な地域計画と一体化した性格を持つことが多いため長期的な地域の環境変化を予測すべく、⑤の時点での評価が必要となる。さらに建設時（②）の環境の変化は長期的なそれと性格を異にするため、構想計画においても予測しなければならぬ。したがって構想計画段階における評価は①、②、⑤の3時点で行なうべきである。

基本計画は構想計画の評価を受けて作成される。①及び②時点でのより精度の高い評価は必要である。ここでは、概略の位置及び土地利用が判明するため政策立地企業の運用が定常状態に達すると思われる④の時点での評価も可能である。したがって基本計画の段階での評価は①、②、④の3時点で行なわれるべきであると考ええる。

実施計画は基本計画の評価を受けて作成される。建設終了直前は立地企業やふ頭の一部も運用が開始されており、ある種の環境事象に関しては建設、運用の2者の影響が複合されて影響量の1つのピークを迎える。この意味では③の時点での評価は基本計画、構想計画の段階においてもなされるべきである。しかし、この時点での環境の状態は開発、運用のスケジューリングに深く関係しており、実施計画以前の計画段階で評価することは困難である。以上のことより実施計画の段階での評価は②及び③の時点を中心として行なうことが望ましい。

2.3 環境評価システム

ここでは以上のことをふまえて環境評価のためのシステムについて述べる。下記にここで使用する用語の説明を基本計画のレベルを例にとって述べる。

代替案：「埋立てを200ha行なう」とか「30万BSPDの石油精製を行なう」といった計画の代替案である。

環境影響要素：建設工事といった政策的な開発行為以外に運用や開発の波及による産業立地、住宅立地を含め、環境に直接インパクトを与えると思われる全ての要素の総称。

環境因子：環境影響要素を原因として直接発生してくる物質ないしは物理的状況であり、たとえばCOD, SS等の水質汚濁物質、地形の変更、海岸侵食といった状況の総称である。

環境基準：環境庁等で定められている生活、健康等にかかる環境基準以外にも暫定値としても定める事ができるとされる基準を含めた制約条件群。

環境事象：環境因子によって2次的に影響をうける環境の事象及び、環境因子によって多次的に影響をうけ人間の生活に直接関係する全ての環境の事象の総称、例えば前者はプランクトンや微生物事象であり後者は騒音といった環境因子そのものやつりのように多次的影響をうけるレクリエーションをも含まれる。

以上の定義をもとに評価のシステムフローを示したのが図-4である。

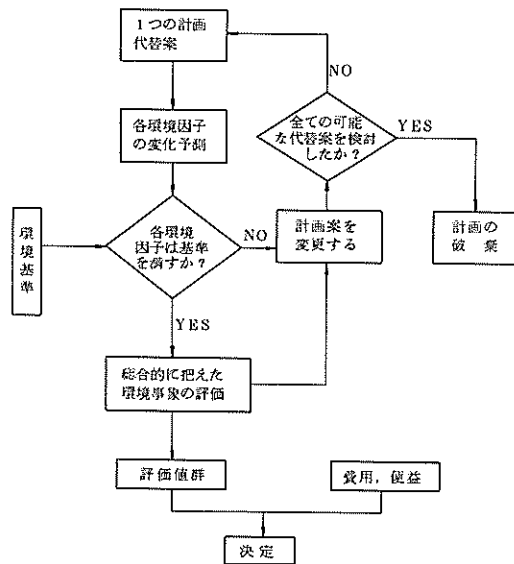


図-4 評価のシステムフロー

いまある計画の段階で一つの計画代替案が作製され、これを費用便益的な観点からは十分実行するに足る計画案であることがはっきりしているとす。そのときまず代替案に対する全ての環境影響要素の予測を行なう。環境影響要素の全ての量に対応させて各環境因子の変化を予測し、その予測値が設定された基準の範囲内にとどまるものであるかを調べる。予測される値が許容しうる範囲内でないときはその計画案を変更、改善する。許容しうる範囲内に環境変化をとどめうる計画改善案が技術的、経済的に成り立ち得ない場合はその計画は破棄せざるを得ない。各環境要因が基準値の限度内にある場合はさらにこの各要因の変化が全体的な環境システムに及ぼす影響を評価する。このようにして可能な限り多くの実行可能な計画代替案を評価した評価値群と別に算定された費用、便益と比較して計画は決定される。ただしこの費用、便益との比較による計画案の決定は意志決定者或いは住民によってなされるのであり本稿の範囲を逸脱しているため言及しない。

3. 環境変化の総合評価

3.1 評価手法の具備すべき条件

提案すべき評価及び評価手法は少なくとも次の条件を具備しなければならない。

i) 手法は実行可能でなければならない。

環境の評価は環境のシステムが非常に複雑であることや計画の要素が多いことなどにより非常に大きなシステムになる可能性がある。したがってその評価手法は可能なかぎり単純でかつ実行可能であることが最大の条件となる。

ii) 使用するデータは調査可能であること。

環境アセスメント種々の地域、種々の計画に関して実行されるべきである。このため経費の面でも人材、人数の面でも調査可能なデータにより構成される必要がある

iii) 抽出する要素は網羅されていること。

環境は物質、状態、動物、植物、さらには空間、人間等が複雑にからみ合った、ネットワークあるいはツリーを構成している大きな1つのシステムである。したがって評価の手法としては見落としが生じぬよう、環境を構成する全ての要素が網羅されておりさらにチェックが可能なシステムでなければならない。

iv) フレキシビリティが十分あること。

環境に対する人間の考え方や知識はさまざまに変化する。したがって現在重要であると思われていて基準等で制約をされている要素が将来必しも必要であるとは限ら

ず、将来になって重要化してくる要素も出現してくる可能性がある。そこで評価手法は様々な制約条件の変化に十分対応出来るシステムである必要がある。さらには環境評価は大規模計画にも小規模な改変計画でも行なわれる可能性があるため、人員、経費の面からでも伸縮自在のシステムになっていることが望ましい。

v) 評価はできるかぎり客観的かつ科学的根拠に立脚すること。

環境評価を政策的決定に利用する場合、その手法は主観の入らない、偏りのない、科学的根拠のある一定の基準に立脚せねば多くの人々の批判に耐えない。したがって手法のプロセスにおいては可能なかぎりの客観的かつ科学的根拠をいつでも導入できるシステムであることが必要となる。

vi) 専門家の知識を導入できるシステムであること。

環境を構成する要素の中には現在まだ十分に判っていないことや科学的根拠を有さないものが多々ある。この場合どうしても専門家の知識を十分導入していかなければならない。したがって、評価手法は先のv)の条件を満たすと同時に、この条件をも満たすシステムであることが望ましい。

vii) 構成要素の測定尺度、評価基準が明確であること

環境構成要素の中には調査法も分析法も決定的なものがなくバラバラな方法で測定されていたり種々の手法で分析されているものがある。さらには専門家の判断による順位付け等主観の混入する恐れの大い要素もある。したがって評価手法は評価の前提である測定尺度や評価の基準を明確にし第三者からでも十分に判断できるように定義付けられていなければならない。

viii) 間接的な環境変化をも評価できること。

環境は開発行為による直接的变化はもちろんのこと短期的、長期的な波及効果によっても大きく変わりうる。したがって評価手法は開発の波及効果による間接的な環境への影響を長期的にも短期的にも扱えられるようなシステムでなければならない。

xi) 全インパクトを総合的に評価できること。

環境事象は非常に多岐にわたるため、個々バラバラに評価された場合は判断することが困難である。したがって可能な限り統一総合的な評価ができる手法であることが望ましい。

x) 当事者の意向、価値観を十分反映したものでなければならない。

環境を評価する場合もっとも重要なことは最終的にはどの立場に立脚して判断するかである。システムの間プロセスにおいていかに科学的に評価しようとも最終的

には環境総体としての重み付けに問題が帰着される。この場合全当事者（開発主体、地域住民、利害関係者）の意向、価値観を十分反映した評価がなされるべきであると考えられる。

3.2 従来の研究

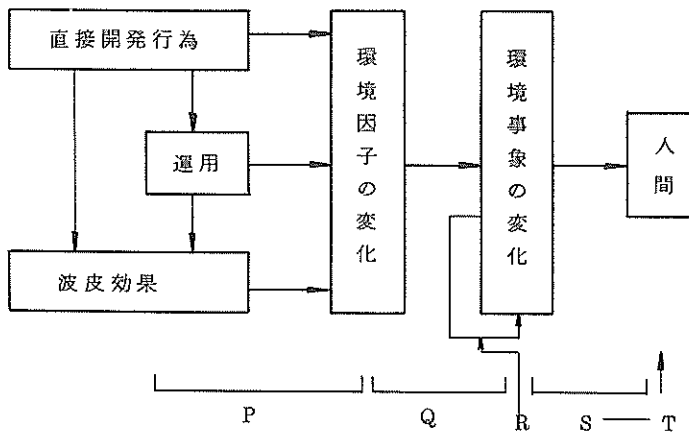
環境アセスメントに関して総合的評価手法の開発が最も進んでいるのが米国である。我国でも建設省でダムに関する総合的環境アセスメントを行っているが、これは Battelle Columbus Laboratories の研究によるものであるため米国における5つの代表的手法について述べる。

表一5にそれらの手法の比較、概要、長所、問題点等をかかげる。

3.3 環境システムマトリックスの概要

ここでは前節までの考察に基づいて新たに開発した環境システムマトリックスによる環境の総合的事前評価の手法について述べる。

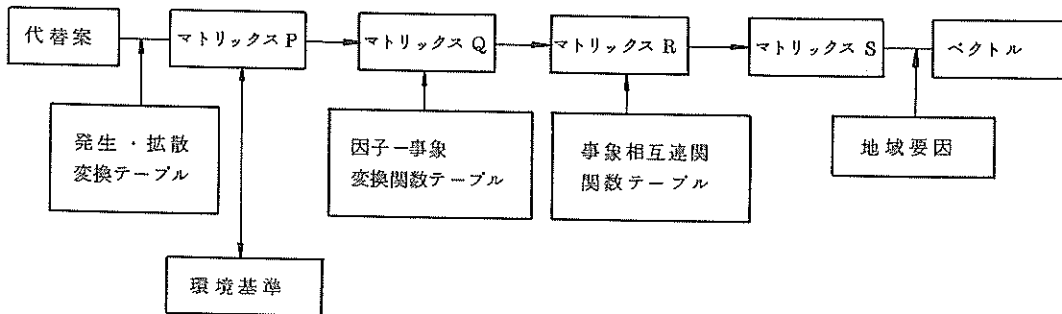
この環境システムマトリックス法の特徴はある開発行為が行なわれてから人間に対して影響を与えるまでの環境変化の複雑な過程を図一5に示すようなシステムに分割して把え、それをマトリックスに表示したところにある。



図一5 環境システム

システムマトリックスはP, Q, R, Sの4種のマトリックスと1種のベクトルTによって構成されている。これらのマトリックスに実行しようとする開発行為の計

画代替案の集合Aを対応させることによって評価は行なわれる。代替案から評価までの評価システムは図一6に示されている。



図一6 評価システム

表一5 代表的な環境アセスメント手法の一覧表

提案者	合衆国・国家環境政策法 (NEPA)	米国内務調査所 (USGS) L. B. Leopold 外3名	Sorenson	D. Fisher, G. Davis	パナール研究所 N. Dec 外5名
手法	環境インパクト・ステートメントの作成を義務づけ、これを関係機関にレビューし、一般に公表する。 このステートメント (EIS) には、次の5項目に関する内容の記述が要求されている。	樹の種に規定された開発事業の変化要因を100、種の種に環境要因を88、示すマトリックスを構築したもので、その「マス目」に次の3つの事項を記入する。	開発行為によって生じる変化要因の相互関係を明らかにするため、「原因、状態、結果の相関マトリックス」を開発したものである。	評価の手法は、次の4段階よりなる。 (1) 変化要因の明確化 (2) 環境要因の明確化 (3) 直接的・間接的インパクトの評価	環境を「エコロジー、環境汚染、審美性、人間の興味」の4つのカテゴリに区分しそれを更に78のパラメータに分類している。この手法の手順は (1) パラメータを評価問題をいいて環境指数に変換する。 (2) 各パラメータについて、全体を1000点としたリキエイト付けを行う。 (3) 環境インパクトユニット (EIU) を算定して、インパクトを計算評価する
内容	(1) 提案された開発行為の環境に対するインパクト (2) その定案が実行された場合、不可避的に生じる影響 (3) 計画された開発行為に対する代替案 (4) 局地的、短期的な環境利用と自然界の長期的な創造活動の維持と向上との関係 (5) 提案された開発行為の乱発によって生じる資源に対する非可逆的、または復元することが不可能な影響	(1) インパクトの可能性がある場合「マス目」に斜線を引く (2) 斜線の上段にインパクトの強さを「マダニチャード」を1~10の評点で記入する。(1が最小、10が最大を示す。) (3) 斜線の下段にインパクトをうつけるものの重要度を1~10の評点で記入する(1が最小、10が最大を示す)	(1) 環境の変化が、どのような要因によってたらされるかを示すマトリックスを作成する。 (2) 環境の変化が、他の環境をどのように変化させるかを示すマトリックスを作成する。 (3) 環境の変化が、人間にどのような影響を与えるかを示すマトリックスを作成する。	(1) 主開発、関連開発によって起る良い影響、悪い影響の調整 (2) 上記の作業は次の3段階で行なわれる。 (1) 環境ペーパースタイン評価 (2) 環境適合マトリックスの作成 (3) 決定マトリックスの作成	環境を「エコロジー、環境汚染、審美性、人間の興味」の4つのカテゴリに区分しそれを更に78のパラメータに分類している。この手法の手順は (1) パラメータを評価問題をいいて環境指数に変換する。 (2) 各パラメータについて、全体を1000点としたリキエイト付けを行う。 (3) 環境インパクトユニット (EIU) を算定して、インパクトを計算評価する $E_i = \sum_{j=1}^m (V_{ij}) \cdot W_i - \sum_{j=1}^m (V_{ij}) \cdot W_j$ E_i : 環境インパクトの環境指数 (V_{ij}) : パラメータ i の環境指数 (計画なし) (V_{ij}) : パラメータ j の環境指数 (計画なし) W_i : パラメータ i の相対クエイト m : パラメータの総数
手	環境インパクト・ステートメントの作成を義務づけ、これを関係機関にレビューし、一般に公表する。 このステートメント (EIS) には、次の5項目に関する内容の記述が要求されている。	樹の種に規定された開発事業の変化要因を100、種の種に環境要因を88、示すマトリックスを構築したもので、その「マス目」に次の3つの事項を記入する。	開発行為によって生じる変化要因の相互関係を明らかにするため、「原因、状態、結果の相関マトリックス」を開発したものである。	評価の手法は、次の4段階よりなる。 (1) 変化要因の明確化 (2) 環境要因の明確化 (3) 直接的・間接的インパクトの評価	環境を「エコロジー、環境汚染、審美性、人間の興味」の4つのカテゴリに区分しそれを更に78のパラメータに分類している。この手法の手順は (1) パラメータを評価問題をいいて環境指数に変換する。 (2) 各パラメータについて、全体を1000点としたリキエイト付けを行う。 (3) 環境インパクトユニット (EIU) を算定して、インパクトを計算評価する
手	(1) 提案された開発行為の環境に対するインパクト (2) その定案が実行された場合、不可避的に生じる影響 (3) 計画された開発行為に対する代替案 (4) 局地的、短期的な環境利用と自然界の長期的な創造活動の維持と向上との関係 (5) 提案された開発行為の乱発によって生じる資源に対する非可逆的、または復元することが不可能な影響	(1) インパクトの可能性がある場合「マス目」に斜線を引く (2) 斜線の上段にインパクトの強さを「マダニチャード」を1~10の評点で記入する。(1が最小、10が最大を示す。) (3) 斜線の下段にインパクトをうつけるものの重要度を1~10の評点で記入する(1が最小、10が最大を示す)	(1) 環境の変化が、どのような要因によってたらされるかを示すマトリックスを作成する。 (2) 環境の変化が、他の環境をどのように変化させるかを示すマトリックスを作成する。 (3) 環境の変化が、人間にどのような影響を与えるかを示すマトリックスを作成する。	(1) 主開発、関連開発によって起る良い影響、悪い影響の調整 (2) 上記の作業は次の3段階で行なわれる。 (1) 環境ペーパースタイン評価 (2) 環境適合マトリックスの作成 (3) 決定マトリックスの作成	環境を「エコロジー、環境汚染、審美性、人間の興味」の4つのカテゴリに区分しそれを更に78のパラメータに分類している。この手法の手順は (1) パラメータを評価問題をいいて環境指数に変換する。 (2) 各パラメータについて、全体を1000点としたリキエイト付けを行う。 (3) 環境インパクトユニット (EIU) を算定して、インパクトを計算評価する
長	(1) 従前行政である関係官庁を排除するような、問題解決へのアプローチをもちたこと。 (2) 共通の問題が多くてきたことにより、官庁の責任範囲が拡大されたこと。 (3) 一般公衆が、計画に参画する機会ができたこと。 (4) 環境問題を解決する努力を国の政策として宣言し、環境アセスメントを行なうには、自然科学、社会科学及び環境デザイン技術を統合したシステムでかつ学際的なアプローチが必要であることを明示していること。	(1) 環境に対するシステムのアプローチが可能であること。 (2) 各分野の人が、共通のマトリックスを用いて評価するので、主目的な判断を少なくすることが可能であること。 (3) チェックリストとして有効に利用できること。	(1) 各種の開発行為が、環境に与える要因を明確にしていること。 (2) 環境に関する情報をコンピュータ化していること。 (3) 従って、関係計画の立案に際して、問題が生じたとき、その情報に関する広範囲をコンピュータを利用して、簡単に得ることができていること。	(1) 分析に際して、取り扱う項目を整理し、最終的決定者に判り易い方法で提示していること。 (2) インパクトの短期、長期の時間的効果を確認にしていること。 (3) 全体的な把握を追求していること。 (4) それぞれの代替案を平等に取り扱っていること。	(1) 環境に与える全体的なインパクトを計算することが可能であり、インパクトの大きさを定量的に表現することができること。 (2) 環境をシミュレーション的に分析していること。 (3) 環境の「変化しやすさ、重要部分」を「赤印し」を用いて指摘し、注目度を表していること。 (4) 代替案の総合評価を定量的に把握できること。
所	(1) 従前行政である関係官庁を排除するような、問題解決へのアプローチをもちたこと。 (2) 共通の問題が多くてきたことにより、官庁の責任範囲が拡大されたこと。 (3) 一般公衆が、計画に参画する機会ができたこと。 (4) 環境問題を解決する努力を国の政策として宣言し、環境アセスメントを行なうには、自然科学、社会科学及び環境デザイン技術を統合したシステムでかつ学際的なアプローチが必要であることを明示していること。	(1) 環境に対するシステムのアプローチが可能であること。 (2) 各分野の人が、共通のマトリックスを用いて評価するので、主目的な判断を少なくすることが可能であること。 (3) チェックリストとして有効に利用できること。	(1) 各種の開発行為が、環境に与える要因を明確にしていること。 (2) 環境に関する情報をコンピュータ化していること。 (3) 従って、関係計画の立案に際して、問題が生じたとき、その情報に関する広範囲をコンピュータを利用して、簡単に得ることができていること。	(1) 分析に際して、取り扱う項目を整理し、最終的決定者に判り易い方法で提示していること。 (2) インパクトの短期、長期の時間的効果を確認にしていること。 (3) 全体的な把握を追求していること。 (4) それぞれの代替案を平等に取り扱っていること。	(1) 環境に与える全体的なインパクトを計算することが可能であり、インパクトの大きさを定量的に表現することができること。 (2) 環境をシミュレーション的に分析していること。 (3) 環境の「変化しやすさ、重要部分」を「赤印し」を用いて指摘し、注目度を表していること。 (4) 代替案の総合評価を定量的に把握できること。

著者	題名	要 点	出 所	
合衆国・国家環境政策法 (NEPA)	<p>(1) 環境に対する情報の質を改善しなければならぬこと。</p> <p>(2) 1つのプロジェクトに対して開示行為の分野の中でしか選択範囲がないこと。</p> <p>(3) 被害者の作成を開示行為者に依存しているため、自己に有利な報告となる可能性があること。</p> <p>(4) このシステムは、計画に一般公衆を参画するので、すべての人が、環境に対する懸念を倫理感を持って述べなければならぬこと。</p>	<p>米国家環境研究所 (USGS) L. B. Leopold 外3名</p> <p>(1) 縦×横=88×100=8800の「マス目」があり、本当に重要なインパクトを抽出するのが、やっかいなこと。</p> <p>(2) 各要因間の因果関係が不明確なこと。</p> <p>(3) インパクトの短期、長期といった時間的な区別が不明確なこと。</p>	<p>Sorensen</p> <p>(1) 単に情報の抽出にとどまり、環境変化の大きさ、重要度といった評価をしようとする試みが全くないこと。</p> <p>(2) 従ってアセスメント手法としては、未完成であること。</p>	<p>パテル 研究所 N. Dee 外 5 名</p> <p>(1) 計量化を急ぐあまり、この結果が公衆の「コンセンサス」を得ることができなくなる可能性があること。</p> <p>(2) 評価関数によって、環境の質を0～1.0で計量化しているが、この評価指標が不明確なこと。</p> <p>(3) 各環境要素間の相互関連についての考察に欠け、学際チームの「ブランク・ボックス」によって評点をつけること。</p>
D. Fisher, G. Davis	<p>(1) 個々のインパクトを全体的にみたクエリイ付けが行なわれていること。</p> <p>(2) 主観的な評価が入る可能性が高いこと。</p>	<p>カナダのウエスターン大学のグループが開発した手法で、James Bay 調査計画、San Antonio Ranch New Town 計画等のケース・スタディを行っている。</p>	<p>合衆国、内務省開拓局の委託をうけて、パテル・コロネバス研究所のチームが開発した手法で「水質開発計画のための環境評価システム」として発表されたもので、特定の開発計画に利用すれば、有効な手法となり得るものである。</p>	
The National Environmental Policy Act-1969	<p>この法は、手法というよりも、環境アセスメントが目ざす目標を明確にし、アセスメントを誘導する手段を規定するものであるが、EISの内容として記載を要求している5項目は、環境アセスメントの根本思想となるものである。</p>	<p>NDPAに前載されて、1971年に発表された。環境アセスメント手法としては最も古いもので、以後改良された各種アセスメントの原型となるものである。</p>	<p>An Approach to Assessing Environmental Impact</p>	
A Framework for Identification and Control of Resource Degradation and Conflict	<p>A Procedure for Evaluating Environmental Impact (Washington D. C. Geological Survey, 1971)</p>	<p>A Framework for Evaluation and Control of Resource Degradation and Conflict</p>	<p>An Environmental Evaluation System for Water Resource Planning</p>	

ここでマトリックスPは代替案に関して各環境因子がどれだけ変化するかを表示するマトリックスである。マトリックスQはマトリックスPで予測された環境因子の状態量によって環境事象がどれだけ変化するかを表示するマトリックスである。環境事象は相互に強い関連をもっている。たとえばプランクトンを魚がたべるといった食餌関連もあれば、神社をなくすことによる伝統、文化の破壊もありうる。それらの相互連関を示すのがマトリックスRである。このようにして予測された環境事象の変化量或いは状態を評価するのがマトリックスSである。Sは環境変化の受け手である当事者群の特性毎の評価の重みマトリックスになっている。ベクトルTはその特性が地域によって異なるため、その地域特性を示すベクトルになっている。

結局、この評価システムは代替案Aから種々の算定を行なった結果としてPを求め、Pの結果をQに代入し、更にQの結果をRに代入して環境事象の変化の定常状態を求めS及びTとのマトリックス積を作ることにより代替案を評価する方法である。

従来、我国で行なわれてきた環境アセスメントはマト

リックスP、すなわち環境基準とのチェックの段階でサブシステムとして包含されていることがわかる。

3.4 環境影響要素—環境因子マトリックス (P)

ここではある代替案について、その計画の直接開発行為、間接開発行為を環境影響要素として把え表-6を作成する。

表-6 マトリックスP

代替案A			環境因子										
			水質			大気		作気					
			CO D	S S	濁 度	粉 塵	SO ₂		浸 食		騒 音		
環境 影響 要素	建設	埋立	立										
	運用	入船	教										
	波及	石油工場											

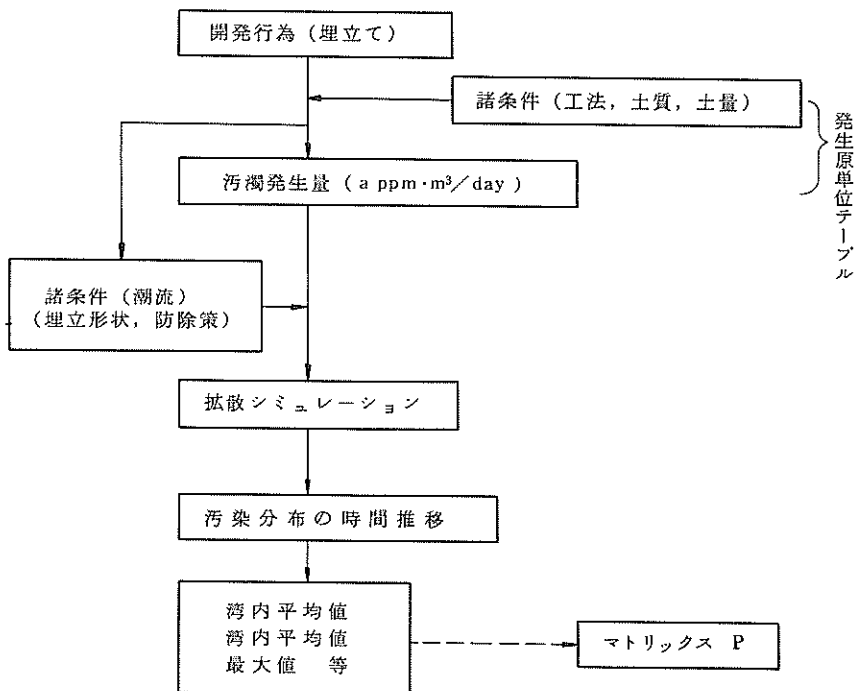


図-7 変換テーブルフロー図

環境影響要素は次の4項目に分類される。

- ① 港湾建設及び関連施設建設工事にかかるもの
- ② 政策立地企業にかかるもの
- ③ 施設の運用にかかるもの
- ④ 波及効果としての立地にかかるもの

評価はそれぞれの要因に関して最も適当と思われる尺度を用いて数値で与える。たとえば、

COD ppm
騒音 dBA

ただしこの尺度のとり方は後の環境事象との関係があり非常に難しい。たとえば騒音の場合も基準点での音をとるか、あるいはある地域全体での平均値をとるか等、種々の考え方が存在する。

我々は環境影響要素を所与としても直ちにCOD、騒音といった数値を与えることはできない。そこで重要な役割を果たすのが発生、拡散変換テーブルである。ここで埋立てを例にとって変換テーブルの概要を示す。図-7は変換テーブルの概念フローを示している。

埋立てという1つの影響要素が与えられた場合、我々は埋立て土量を算定し、土質を調査し、工法を決定する。汚濁の発生量はそれらの3者及び汚濁防止策によって決定される。その関係をテーブル化しておくのが発生原単位テーブルである。汚濁発生量及び汚濁物質の性格が判明した時、防波堤、埋立形状、現在の潮汐流から汚濁の分布を求める。この際の分析法としては理論解や拡散シミュレーション等が提案されている。このようにして算定された汚濁の分布がマトリックスPの要素となる。この場合も計画のハイアラーキーによって精度が異なる。構想計画レベルでは発生量のみで良いかもしれないし、基本計画レベルでは湾内等での平均値でよいかもしれない。しかし実施計画のレベルではある大きさのメッシュ毎に算定されねばならぬであろう。

発生原単位テーブルの例を示せば表-7のとおりである。この表は種々の地域で調査を行なっておけば毎回調査する必要はない。

表-7 発生原単位テーブル

			現在のまま				防除策 1				防除策 2			
			SS		堆砂		SS		堆砂		SS		堆砂	
			原単位	分散	原単位	分散	原単位	分散	原単位	分散	原単位	分散	原単位	分散
埋立 標準 1工区 50万㎡	工法 1	土質1	-	-	-									
		土質2	-	-	-									
	工法 2	土質1												
		土質3												

3.5 環境因子-環境事象マトリックス(Q)

ここでは環境因子の状態量が予測された時、人間の生活にかかわりのある環境事象がどのように変化するかを求めようとする。

このマトリックスは環境因子と環境事象のつながりを示す連関マトリックス{(1,0)マトリックス}及びそれらの定量関係を求めるための連関関数テーブルによって構成される。表-8は連関マトリックスである。

このマトリックスはある事象に関してある因子が関係する場合には{1}、関係しない場合には{0}が入っている。因子の状態量の組合せに関して、ある事象がどのように影響を受けるかを関数にしたのが連関関数テーブルである。たとえばプランクトンという事象に着目すれば次の通りである。図-8はプランクトンが{SS, COD}の2つの環境因子によってのみ影響されるとした場合の関係を示している。

表-8 マトリックスQ

(環境事象) 結果	プランクトン	魚	ノリ
原因 (環境要因)			
COD	1	1	0
SS	1	0	0
NOx	0	0	1
騒音	0	1	1
関数テーブル	f ₁	f ₂	f ₃

$$y : \text{プランクトン生存率} = f(\text{SS}, \text{COD})$$

ここでfが線形関係である場合には次のようになる。

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

非線形の関係の場合でも単純な場合には何らかの関係を

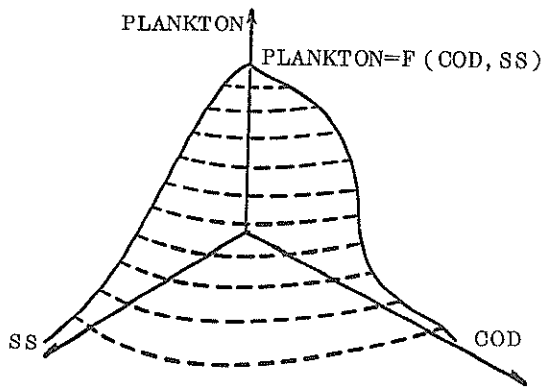


図-8 連関関数

あてはめることができる。このように関数関係が全ての因子、事象間で判明していれば良いが実際には判明していない組合せの方が多いと思われる。データとしても役

立つ資料がない場合には専門家の知識によるデルファイ法等でパラメータを決定しなければならない。データはあるが解析が非常に困難な場合には次のような方法が考えられる。すなわち、関数の代わりに多次元テーブルを連関関数テーブルに入れておくのである。

表-9のようなデータ群があった場合、 X_1 、 X_2 、 X_3 を並べ換えることによって多次元テーブルを作ることができる。図-9は y に関する3次元テーブルの例である。

表-9 データ群

Y	X_1	X_2	X_3
y_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}
y_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}
y_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}

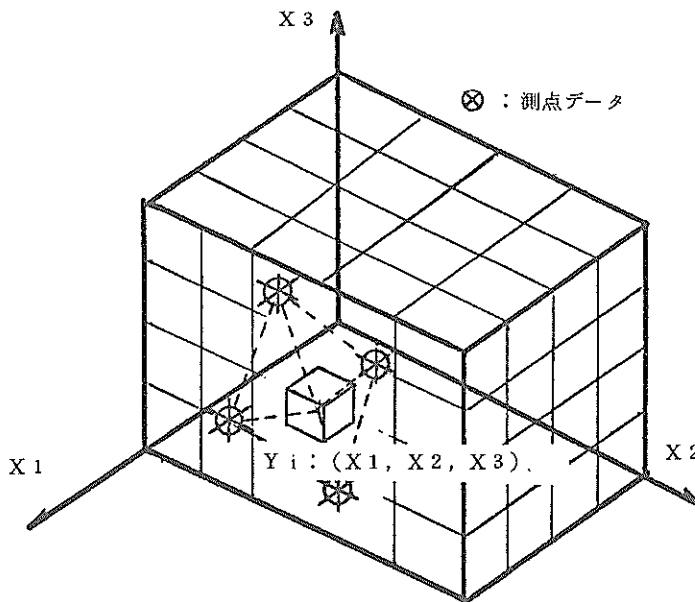


図-9 多次元テーブル

多次元テーブルによる方法の特徴は次のようにまとめられる。

- ① 現在あるデータのみでできること。
- ② 関数形を設定する無理が避けられる。
- ③ データ数が少ない場合には図のようにして、補間

法と情報探索プログラムのみによって現実に近い y の値を求めることができる。問題点と対処法は3.9で述べる。

3.6 環境事象相互連関マトリックス(R)

3.5で環境因子の変化による環境事象の変化を予測したが実際の場合には環境事象は環境因子のみで決定されるのではなく事象間の相互連関関係によっても強く影響をうける。概説で述べたように“汚濁によって魚は全然影響を受けなかったと仮定しても、餌であるプランクトンが死滅すれば魚は生きてゆけない”といった種類のことである。そこで環境事象の変化をより正しく把握しようとする表-10に示す相互連関マトリックスである。このマトリックスも表-8と同様に連関マトリックスと

表-10 マトリックス R

環境事象 (結果) (原因) 環境事象	プランク トン	魚	つ り	
プランクトン	1	1	0	
魚	0	0	1	
つり	0	1	0	
関数テーブル	f_1	f_2	f_3	

関数テーブルによって構成される。連関マトリックスに関しては先と同様であるので説明を省略する。関数テーブルに関しては次の3ケースによって算定法が異なる。

CASE 1: 一義関係の場合

CASE 2: ドミネイト関係の場合

CASE 3: サイクル関係の場合

CASE 1 一義関係の場合

一義関係とは、ある環境事象が他の環境事象によってのみ規定される(すなわち環境因子とは直接には関係しない)場合である。この場合にはマトリックスQの関数テーブルの場合と全く同様に処理される。すなわち

$$f_k = g | f_i, f_j, \dots$$

のようにして f_i, f_j の値を代入することによって f_k の値が定まる。

CASE 2 ドミネイト関係の場合

ドミネイト関係とは、ある事象が環境因子と他の事象とも関係する場合で、かつ、両者のどちらかの影響の強い方によって支配されている場合のことである。この場合はマトリックスQで定まる一次状態量とマトリックスRからのアウトプット(相互関係状態量)との比較によ

って定まる。すなわち下式で表わせる。

$$X_i = \max(\text{or min}) \{ g_i, h \{ g_j, g_k, \dots \} \}$$

但し X_i : 事象 i の状態量 (例: 魚の死滅量)

g_i : 一次状態量 (例: $g(\text{COD}, \text{SS})$)

$h \{ g_j, g_k, \dots \}$: 相互関係状態量

例 h {プランクトン, 海藻}

CASE 3 サイクル関係の場合

サイクル関係とは事象間が原因→結果という一方通行の関係でなく図-10のような関係にある場合である。

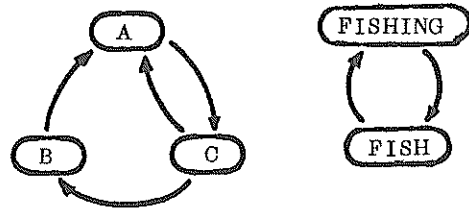


図-10 サイクル関係

この場合にはQから求まる一次状態量のRの関数テーブルに代入し、さらにその結果を関数テーブルに代入するという収束計算を行なう。一般には一つの定常均衡解に収束する。発散する場合には実際においても均衡解が存在しないことを意味している。

その他の場合としてCASE 1から3までの組合せの事象もありうるが、この場合には先にあげた算定法のコンビネーションによって求めることができる。

3.7 環境事象評価マトリックス

本節の目的はマトリックスRからのアウトプット(環境事象の状態)を人間がどう評価するかの重みを求めることである。表-11は評価のローディングマトリックスSを示している。ここで行は環境事象を人間の環境面から再分類したものである。ただしプランクトンや魚といった中間段階で現われる環境事象は必要がないため省略してもよい。なぜならばこれらの環境事象は相互連関マトリックスの中で他の事象に変換されているからである。列は受け手の特性(例えば職業, 土地利用等)を示している。後に述べるように特性は分析から求まってくるものである。分類とは人間が評価しやすいように環境事象をグルーピングしたものである。段階とは環境事象を主観によって5段階に分割したものである。平均値に対する重み a_{ijk} は i 分類 j 事象の k 段階に対する重みである。行列の要素 Δa_{ijk} は i 分類, j 事象, k 段階

表-11 マトリックス S

分類	環境事象	段階	平均値に対する重み	層(例えば土地利用)		
				高密度住宅	住宅	商業地
健康	大気汚染	非常に悪い	a_{111}	$\Delta a'_{111}$	$\Delta a''_{111}$	$\Delta a'''_{111}$
		悪い	a_{112}	$\Delta a'_{112}$	$\Delta a''_{112}$	
		ふつう	a_{113}			
		良い	a_{114}			
		非常に良い	a_{115}	$\Delta a'_{115}$		
生活	騒音		a_{121}			
			a_{122}	$\Delta a'_{122}$		
余暇生活	振動		a_{131}			$\Delta a'_{131}$
			a_{211}			

に対する層1の住民の平均値 a_{ijk} に対する偏差の期待値である。

この重み付けのためのフローが図-11に示されている。本方法の特徴は次の4点に集約される。

① 住民のもつ価値観によって重み付けている。

従来の重み付けの方法(米国等における)は専門家等の主観に基づいて実行されてきた。しかし環境評価の本来の目的を考えた時、国民の総意としての価値観に基づく評価が尊重されるべきことは当然のことであろう。さらに専門家と一口でいっても多岐にわたる分野にそれぞれの専門家がいるのであって環境全体に通ずる専門家は極めて少ないと考えられる。この場合人選が評価の決定的要素となりそこに大きく主観の入る余地がある。

② 多段階の重み付けを行なっている。

人間の特性から見れば環境事象の組合せから環境全体を評価することは極めて困難であり、たとえ出来たとしても極めて分散の大きいものになると思われる。

③ 環境事象の状態量の客観値と住民の主観値と結合させている。

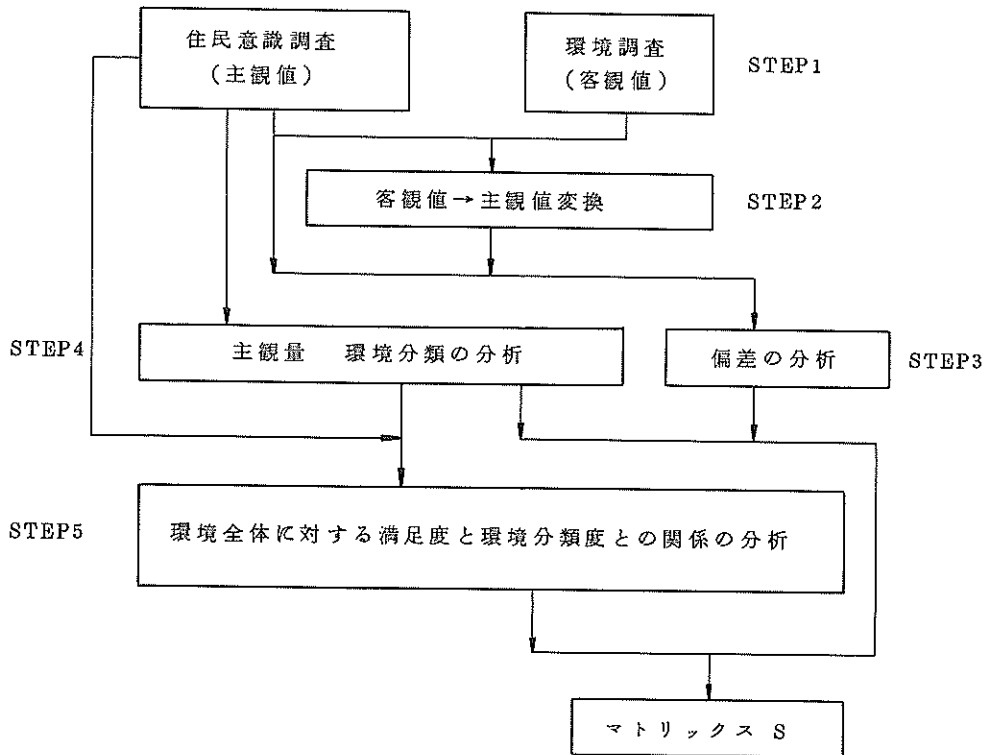


図-11 マトリックス S の作成

従来から多くのアンケート、インタビューといった調査が行われてきたが客観値と結びついていないため定性分析に終始することが多く評価に使用するに耐えなかった。

④ 環境事象の段階毎に重み付けをする。

このことが本方法の最大の特徴である。従来、環境評価のための手法は環境事象自体にデルファイ法等で重み付けをするものが多かった。環境事象の人間に対する影

響はその程度によって変化するのであって事象自体の性格によるものでないことは明白である。したがって環境事象自身に重み付けしようとする事自体無理であると言わねばならない。

それでは以下にフローに従って5ステップに分割して重み付けの方法について述べる。

ステップ1 調査

① 調査票の例が表-12に示されている。

表-12 環境調査票

I 健康生活環境について

(1) 大気汚染の状況をどの程度に感じていますか

I 健康生活環境について	
(1) 大気汚染の状態をどの程度に感じていますか	1 非常にきれい 2 きれい 3 普通 4 よごれている 5 非常に汚れている
(2) 騒音をどの程度に感じていますか	非常に静か 静か 普通 うるさい 非常にうるさい
(3) 振動をどの程度に感じていますか	全く感じない ほとんど感じない 普通 感じる 激しい
(4) 臭気をどの程度に感じていますか	全くない ほとんどわからない 普通 かなりにおう 非常ににおう
(5) 日照をどの程度に感じていますか	非常によい よい 普通 悪い 非常に悪い
以上のことを考えて、あなたは現在の健康生活環境に満足していますか	非常に満足 満足 普通 不満 非常に不満
II 社会生活環境について	
(1) 河あるいは海の上をどの程度に感じていますか	1 非常にきれい 2 きれい 3 普通 4 汚れている 5 非常に汚れている
(2) 隣近所のもたまりについて、どう感じていますか	非常にうまくいっている うまくいっている 普通 よくない 非常によくない
(3) 近くのけしきはどうか	とてもよい よい 普通 悪い とても悪い
(4) 交通事故の心配はありますか	全く心配ない 心配ない 普通 心配 非常に心配
以上のことを考えて、あなたは現在の社会生活環境に満足していますか	非常に満足 満足 普通 不満 非常に不満
III 余暇生活環境について	
(1) つりによく出かけますか	1 非常によく出かける 2 出かける 3 普通 4 いかない 5 全くいかない
(2) あなたは水泳によく出かけますか	非常によくいく 出かける 普通 いかない 全くいかない
(3) あなたはボート、ヨットをよくやりにゆきますか	非常によくいく 出かける 普通 いかない 全くいかない
以上のことを考えて、あなたはレジャー環境にめぐまれていると思いますか	非常に満足 満足 普通 不満 非常に不満
以上すべての環境についてみると、あなたはどう感じますか	非常に満足 満足 普通 不満 非常に不満
IV フェイスシート	
地域特性	
個人の属性	
個人の行動特性	

② 調査は種々の条件が変化している地域で実行する。

③ 調査はなるべく評準メッシュに対応してゾーン分割を行ない客観量の調査を並行して行なう。

④ 必要サンプル数は以下の通りである。

最低必要数 地域1 サンプル 500 計 500
望ましい数 地域20 サンプル 1000 計 20,000

ステップ2 客観値の主観値変換

ここでは図-12に示すよう横軸に客観値、縦軸に主観値をとる。客観値の一定区分毎にそこへ入るサンプルの平均値を算定してプロットしてゆく。このようにして各客観値の分布が求まる。

例：大気汚染

主観値

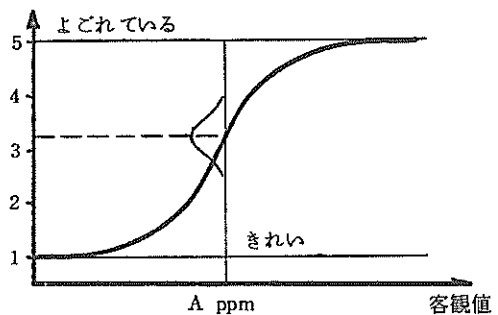


図-12 客観主観変換

ステップ3 偏差の分析 (各特性の偏差期待値の算定)
 同じ客観値であっても住民による主観値は大きく異なると思われる。主観値の分布は大きく捉えれば土地利用によって変化するだろうし、個人の属性によってもかなり影響を受けるとと思われる。属性による偏差の分析手法は数種あるがここでは数量化理論第1類の例を示す。数量化第1類のインプットデータの例が表-13に示されている。

表-13 数量化理論第1類のインプット

アイテム	職業			土地利用			行動形態			----
カテゴリー	自由業	主婦	公務員	住宅地	工業地	商業地	1	1	1	1
偏差							1	1	1	1
+3.0	レ				レ		レ			
-1.5		レ		レ			レ			
+0.5	レ					レ	レ			

重み	a'_{11}	a'_{12}	a'_{13}	a'_{21}	a'_{22}	---	---	---	---	---
レンジ	R_1			R_2			---			

ここで偏差は次式によって与えられる

$$\text{偏差} = \text{主観値} - \text{平均値}$$

表-13の下段に示してある a'_{ij} がiアイテムjカテゴリーの重みとして算定される。

ステップ4 主観量と環境分類の関係

(各事象の各段階に対する重み付け)

ここでは個々の環境分類に対する各事象各段階の平均値として重み(a_{ij})を求める。データの外的基準となる環境分類が5段階の分類で与えられているため数量化理論第2類による分析法を示す。数量化第2類のインプットデータの例が表-14に示されている。

表-14 数量化理論第2類のインプット

アイテム	大気汚染					騒音			水質	
カテゴリー	非常にきれい	きれい	ふつう	きたない	非常にきたない	非常にうるさい	うるさい	ふつう	1	1
分類										
2		レ						レ		
1			レ			レ				
3	レ								レ	
1			レ							

重み	a''_{11}	a''_{12}	a''_{13}	a''_{14}	a''_{15}	a''_{21}	a''_{22}	a''_{23}	---	---
レンジ	R_1					R_2			---	

表-14の下部に示してある a'_{ij} がi事象、j段階に対する重みとして算定される。この算定された重みと各サンプルのデータにより各サンプルスコアを算定し外的基準ごとに期待される頻度分布を求めたのが図-13である。このグラフからあるスコアを持つ地域或いは

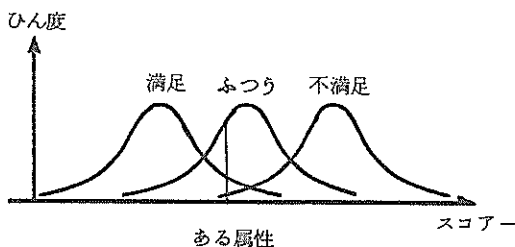


図-13 各分類の頻度分布

個人の{満足、ふつう、不満足}の確率を知ることができる。

ステップ5 環境全体に対する満足度と環境分類の関係 (環境分類の重み付け)

ここではステップ4で算定されるスコアを利用して各環境分類が環境全体にどれだけの重みを持つかを分析する。外的基準が5段階の分類で与えられ説明変数が連続変数であるため判別関数法による分析法を示す。表-15は判別関数法のインプットデータの例である。

表-15 判別関数法のインプットデータ

アイテム分類	健康生活	社会生活	余暇	----
3	3.28	1.25	-3.10	---
1	0.05	0.97	0.40	---
2	-2.30	-1.00	0.90	---
2	---	---	---	---
1	1	1		
1	1	1		
1	1	1		
重み	a_1	a_2	a_3	----

表-15の下段に示してある a_i がi環境分類の重みである。この算定された重みと各サンプルのデータにより各サンプルのスコアを算定し外的基準ごとに期待される頻度分布を求めたのが図-14である。したがって各環境分類に対するスコアが求まればその地域或いは個人の{満足、ふつう、不満足}の確率を知ることができる。

以上のパラメータ推定の過程をフローチャートで示し

たのが図-15である。

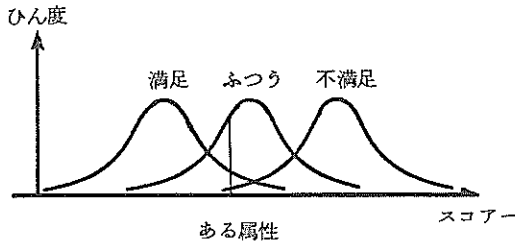


図-14 環境満足度の頻度分布

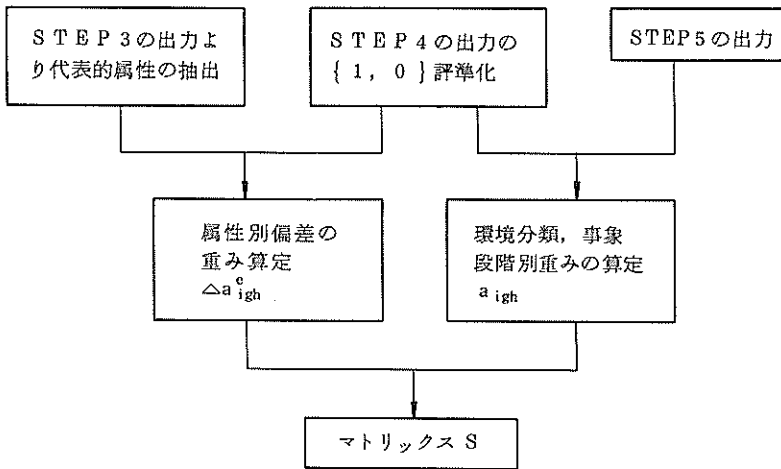


図-15 パラメータ推定のプロセス

3.8 地域特性ベクトル

地域特性ベクトルとはある対象地域をとりだした時、その地域がどのような特性を持っているかを特性毎にスカラー量として表わしたベクトルである。もちろんここでいう対象地域とは計画対象地域そのものを表わすのではなく評価のためにゾーニング（例えばメッシュ）した空間をいっている。このベクトルの各要素は当然3.7で述べたマトリックスSの列に対応している。この特性ベクトルとして何がくるかは3.7のステップ3の偏差の分析に負っている。

3.9 2.3の問題点と対策

i) 評価地域ゾーニング

評価対象や地域をどのようにゾーニングして評価するかは重要な問題である。ゾーニングの大きさも計画のハイラーに伴って変化することは当然のことである。

構想計画の段階においては調査も経済調査が中心であり、環境もあまり狭いゾーンで評価する必要はないし、又評価できない。そこでゾーニングする場合には一般に経済効果の分析する場合と同様な考え方をとればよいと考える。すなわち

- ① 計画対象地域の市又は郡
- ② 計画対象地域の県
- ③ 計画対象地域の地方

以上の如く3地域ほどに分割されたそれぞれの地域に関し環境がどのように変化するかを評価すれば十分であると考える。

基本計画の段階においては直接影響地域の範囲内がどのように変化するかを求めるため、より小さなゾーンに分割されなければならない。一般に社会学方面の分野においてはコミュニティの原単位として小学校区などをとることが多いが環境の評価では必ずしもそれにこだわる必要はない。環境の評価の場合のゾーニングでは主として①調査のしやすさ、②処理のしやすさ、③位置関係の明確化、等に留意すべきである。これらの条件を考慮したとき、

現在国土庁を中心としてデータが整備されつつある標準メッシュを基準とした方がより適切であると考えられる。調査との関係を見る。基本計画レベルでの調査としては自然環境、土地利用等が考えられる。これらの調査は一般に何点かの基準点をとって実行させる。直接影響圏の広さをたとえば{20km × 20km}の400km²と考えると{1km × 1km}のメッシュにして400ゾーンである。したがって調査の精度から考えても標準メッシュ位が適当であり、特に必要な地域に関しては500mメッシュ、域いは250mメッシュで評価するという考え方が妥当であると考えられる。

実施計画の段階においては評価は制御可能地域内で行なわれる。したがってゾーニングは特に考える必要はなく、むしろ分布という考え方を取った方が良いと考えられる。

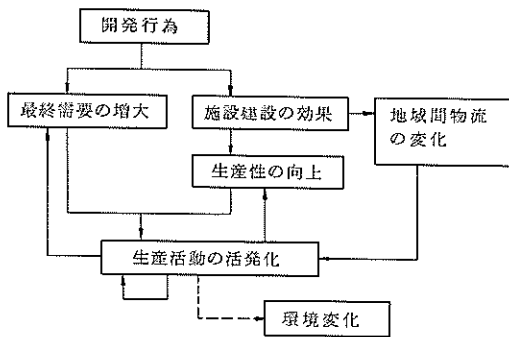
ii) 波及効果の予測

環境影響要素として先に4項目の分類（すなわち①港

誘建設及び関連施設建設工事にかかるもの②政策立地企業にかかるもの③施設の運用にかかるもの④波及効果としての立地にかかるもの)しかし、④の波及効果としての立地を求めることはそれ簡単ではない。波及立地の算定に関しては大きくわけて2つの考え方がある。すなわち、

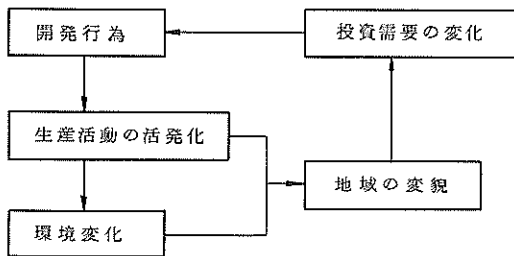
- ① 経済現象として開発行為を把えてその波及を求めようとするもの。
- ② 社会活動全体の中で開発行為を把えてその波及効果を求めるもの。

①の考え方は開発の波及による工業、商業、住宅等の立地はその殆んどが経済現象として把えられるとして、その経済の連関構造から波及の立地を求めようとするものである。(図一16参照)産業連関分析はその代表的手法である。



図一16 産業連関分析の概念

②の考え方は開発行為は社会活動全体にインパクトを与えるもので、その波及効果は例えば社会現象と経済現象といったもののダイナミックなインターアクションによるものであるとする、より総合的なものである。システム、ダイナミックスはその代表的手法である。(図一17参照)



図一17 ミシステムダイナミックスの概念

これらの2つの代表的手法はそのシステムの柔軟性や精度の差異を考えたときは甲乙つけ難く、その計画を取りまく状況や規模により計画者が選択すべきであると考える。

iii) 多次元関数テーブルにかかる問題点

先に多次元関数テーブルによる環境因子と環境事象の関連付けの方法について述べたが、この方法にもいくつかの問題点がある。それらのうち大きな問題は次の2点である。

- ① 予測結果に近似されるデータがない場合
- ② 次元がかなり高い場合

①の予測結果に近似されるデータがない場合は実際のアセスメントを進めるに際しては十分起りうる問題である。極端に数少ないデータしかない場合には予測結果に近似させうる実際の地域に関して調査する以外はない。ここで評価しようとする値は環境基準という制約条件の範囲内であるため、予測結果に近似させうる地域が存在することは期待しうると考える。ある程度データがあり予測値の前後にいくつかのデータがある場合には相当に離れたデータであっても補間に依ることは許されると考える。

②の次元がかなり高い場合には非常に探索が困難となる。データが非常に多い場合でも一次元毎に制約範囲を定めると全次元を満すデータが無くなる場合が生じるからである。多次元空間でのn次元汎距離を算定するという方法も考えられるがこの場合は探索に時間がかかること及びそのn次元の軸に何らかの重み付けをせねばならぬという大きな問題点が残る。したがってこの問題に対する対処方法は現在の処存在しないため、何らかの形で影響の大きい因子を数次元のオーダーまで落すことを専門家に期待する以外はない。

iv) 評価の信頼性に関して

先に述べた手法に限らず算定結果に対する信頼性を検討することは必要である。本手法は全体が単純な直列システムと1部のセクションの並列システムによって構成されているため各要素の信頼性が既知であればシステム全体の信頼性を算定することは可能である。しかし、このシステムは各パートにおいて信頼性を求めることが出来ないものや、何らかの仮定を設定せねばならないためシステム全体の信頼性を求めることは余り意味がない。この問題は各パートにおいて信頼性の限度内で安全側の値をとることによってある程度解決される。各パートで安全側に値をとった場合、過大に安全率をとる恐れがある。それに関しては次のようにして考える。すなわち、インプットとアウトプットを除いて中間のプロセスをブラッ

クボックスとみなし、インプットの各要素の値を個別に上下させてアウトプットの期待値の変動をみる。そしてその期待値の変動と安全側にとった場合の教値と比較して妥当な範囲内に安全側の教値が入っていれば各パートの安全率は妥当なものであると考える。このチェック法は極めて便宜的な方法であるが環境アセスメントの現状を考えると、一応は認められると考える。

4. 今後の展望

本研究で提案した考え方及び手法は要因並びに手法の選択等多くの課題があり、実行するためには今後多くの研究調査が必要となる。なお本報告の枠組に関しては港湾局を中心としてほぼ是認されており、各所において種々の調査がなされている。それらを列挙すれば以下の通りである。

本省公害対策室：全体のとりまとめ（港湾に関し）

第一港湾建設局：とりあげるべき環境因子、環境事象を港湾のパターンに即して調査中

第二港湾建設局：港湾に関してマトリックスQ又はRまでのパラメータの決定

第三港湾建設局：環境因子、環境事象の評価尺度、原単位、調査法についての従来の研究調査のとりまとめ

第四港湾建設局：浚渫、埋立てに関する発生原単位分布状況に関する調査、取りまとめ

第五港湾建設局、港研計算室：環境に関する情報のデータベースシステムの開発

本省官房安全公害課：空港に関する手法全体のケーススタディー

港研計画基準研究室：手法の開発

今後はこれらの研究並びに他省庁、大学、研究所等の成果を導入して実際に応用してみる必要がある。なお本研究における計画のバイラキの考え方及び環境をマトリックスに分割して評価する方法は東京工業大学中村英夫助教授のオリジナルによるものである。従って本研究は中村英夫助教授、稲村肇、東工大内山久雄助手、同大学院生柿倉康考君等の共同研究であると言ふべきである。最後に本研究を進めるに当ってお世話になった諸先生、諸先輩に謝意を表明したい。

（1974年12月16日受付）

参考文献

- 1) 宇沢弘文；自動車の社会的費用；岩波書店；1974
- 2) 運輸省；環境アセスメント手法調査；1974
- 3) 建設省；環境アセスメント手法について；1974

港湾技研資料 No. 214

1975・3

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 阿部写真印刷株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.