

廃棄物海面埋立事業に係る環境影響評価

国立公衆衛生院	正・田中勝
国立公害研究所	正合田健
“	正内藤正明
大阪大学	正盛岡通
京都大学	正森沢真輔

1. はじめに

日本の大都市圏においては、土地が高度に利用されており、廃棄物の最終処分場の確保が極めて困難な状態になっている。これに対処するために、これらの圏域においては、関係地方公共団体が共同して利用できる広域的な最終処分場を周辺海域に整備することが必要となっている。本調査研究の目的は広域最終処分場計画を推進するうえで重要な要素の一つである環境保全に関し、技術的に必要な事項を整理し、特に環境に与える影響の予測や環境上の諸基準に照合した環境保全対策を検討し、環境保全計画を考える上で必要となる知識と問題点をとりまとめることである。

この研究では、まず (1) 廃棄物海面埋立に関する基本事項を整理し、海面埋立事業そのもの及びこれによって知らされる環境影響事象について検討し、次に (2) 廃棄物海面埋立処分に関する環境影響評価手順の全体フレームを示すと共に、(3) 開発行為の規定から最終的な人間社会へのインパクトに至るまでの影響評価の一連の手順を各段階毎にまとめ、そして (4) 環境保全対策について、その基本的な事項及び全体的なフレームにおける位置づけをおこない最後に (5) 埋立開始時、途中及び終了後の周辺環境の監視を行なうための環境監視システムの計画運用のあり方を検討してみた。ここでは、これら一連の調査研究の一部を報告する。

2. 海面埋立事業に関する影響評価フレームワーク

各種事業に対する環境影響評価の手順は、大きく区分すると一般的には次の6段階①「計画の把握」(当該事業計画の内容把握)②「現況の把握」(「地域の特性」、^①「アセスメント対象地域の範囲設定」、^②「対象地域のバックグラウンド調査」)③「環境項目の抽出」④「影響予測と評価」(「評価基準の検討」、当該地域への「影響予測」、^⑤「影響評価」)⑥「保全対策と代替案の検討」⑦「モニタリングシステムの計画」で成り立っている。これを要約図示したものが図1である。これに対応する形で、海面埋立処分事業に関するフレームワークを示すと図2の通りである。この中々々は主項目のみを代表的に示した。

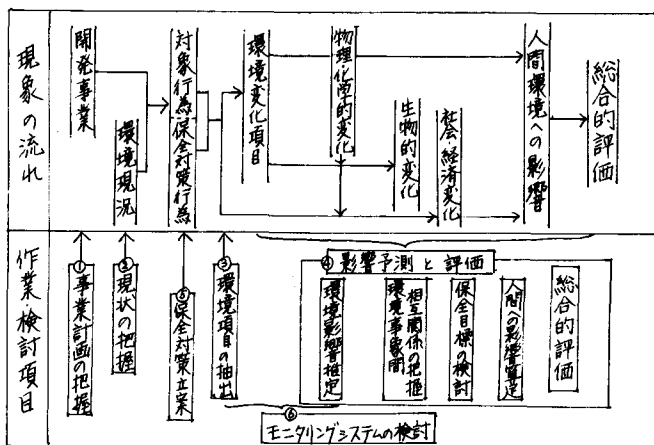


図1. 一般的事業に関する環境影響評価のフレームワークとこれに対応する検討項目

この図2中に用いられている主な用語を簡単に説明しておく。まず対象となる事業(ここでは廃棄物海面埋立事業)のことは、通常「開発行為」とか「計画事業」といふ種々の表現がなされているが、ここでは「対象事業」と呼ぶ。次いでこの「対象事業」が環境に及ぼす変化を推定するために、これを環境に変化を及ぼす基礎的要素に分け、整理するが、これを「行為要素」と称することとする。さて行為要素が環境に何らかの変化を与えるが、

この変化をうける環境の要素のこともたとえば環境影響因子とか要因、環境工フェクトなど多様な表現がとられているが、これは最終的に環境の変化が伝わり、人間の生存にとって何らかの被害（インパクト）をもたらす段階でのそれと、日本語として明確に区別する

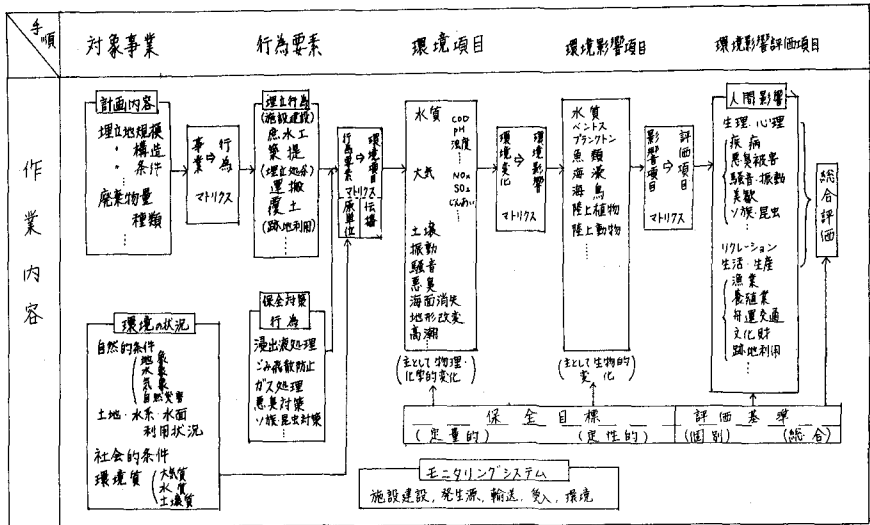


図2 鹿島海面埋立処分事業の環境影響評価フレームワーク

ことがむずかしいため、両者との対比も考えると名称付けに苦悩する。ここでは effects に対応するものに「環境（変化）項目」、impacts に対応するものに「環境（被）影響項目」と名付けておく。前者は行為によって先ず環境に主として物理・化学的な何らかの変化が生じるものを示しており、次いでこれが原因となり、主に生物学的な環境に影響が及ぼされるものを後者で表わしている。しかしこのような表現もまだ再考の余地がある。

最後にこれら物理・化学的及び生物学的な環境変化が人間の生活や生産に影響を与え、これが人間の価値判断によって被害として評価される各種項目を「環境影響評価項目」と称する。これは経済価値で計られるものや、それ以外に心理量などで計量される各種のものがあ、総合評価の困難さをもたらす。

さて、以上の各段階の項目を定性的または定量的につなぐ何らかの関係が必要である。これはたとえば「行為要素-環境項目マトリクス」というふうに項目ベクトル間をつなぐいわゆる2次元のマトリクスの形で与えられることも多い。しかしこれら「行為-環境マトリクス」も、さらに行為の程度から環境影響の程度を定量的に予測する関係も一般には線形ではありえないので、マトリクス表現というのは単に因果関係を定性的に記述するためのものであり、数学でいう線形重ね合わせ関係を定量的に表現したものではない。

3. 環境影響評価の基本的理念に関する諸事項

環境影響評価を実施するに当たって、どうしても基本的な考え方について検討しておかねばならないいくつかの事項がある。これらは、これまでのアセスメント書においてもすでに問題点として部分的には指摘されているものもあるが、いずれの点もまだそれを明確に定義づけ、その扱いを明示しうだけの知見が得られていないので、ここでの記述もまだ試案の域を出ないものである。

3.1. ベースラインのとり方

事業実施時点における環境レベルを正しく評価す

るには、同時点での当該事業が実施されない場合の環境レベルを評価のベースラインととるべきであることは言うまでもない。（図3のベースラインⅡ）しかしこのベースラインを把握することは通常当該事業による環境

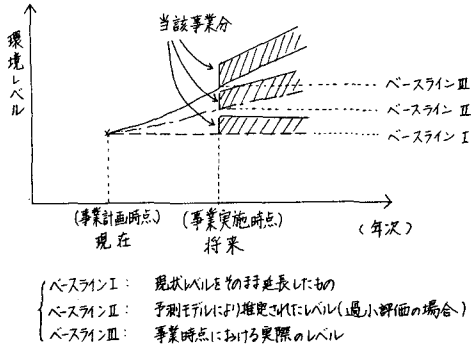


図3 ベースラインのとり方

変化、影響の増加分を把握することよりも難しいと考えられる。何故なら、非常に多くの汚染源の特性、それらの変化の傾向や、関連計画等を考慮に入れた、広域環境アセスメントあるいは広域環境モニタリングとでも言うべきものが定着していない現状では、ベースライン予測の精度が単一事業による環境変化、影響の予測精度と少なくとも同程度以上でないと、当該事業に対する環境変化、影響のレベルを予測しても、それに対する信頼度には疑問が残る。

ベースライン予測に対する上述の認識からすれば、次善の策として次のような案が考えられよう。即ち、まず当該事業による環境変化、影響の規模（変化の増加分）を推定する。これと、当該事業着手時点における環境のレベル（現況…ベースラインのⅠ）を加算して、当該事業着手後の環境レベルとする。この手順で環境アセスメントを実施すると、今後環境汚染防止対策が総合的に進められ、環境の汚染レベルが徐々に低下する場合には、当該事業の影響を過大に、逆の場合には過小に評価することになる。後者の場合（図3のベースラインⅢ）は、安全側に倒らないケースとして重視すべきであり、このような場合は後述の確率的取扱いも加味して、できるだけ安全側の対応を心掛ける以外に現時点では適切な方策はない。

3.2 環境影響の蓄積性、変化速度及び不可逆性について

環境のインパクトは単にある一つの瞬時値として与えられるとは限らない。多くの場合、影響の蓄積性、不可逆性、変化速度等は、物理化学的尺度によって計量される影響や変化の規模（大きさ）が同じであっても、それらの価値は変わる。たとえば、影響の種類によっては、ピーク値としては大きくても一過性のもの（例えば、処分施設建設に伴う騒音）や、ピーク値というべきものはなく比較的レベルの低い影響が長期に亘って持続するもの（例えば、埋立終了後のごみ層浸出液による水質汚染）がある。現状の環境影響評価においては、ある評価時刻における影響の程度（影響の瞬間値、影響の時間微分値）を評価対象量とすることになろう。しかしこの方法でいくと、上述の例えば浸出液による軽度の持続的な影響は、全体（影響の時間積分値）としては大きくても、結果として無視されることになる。全々の影響とはいわばいいまでも、特に蓄積性の影響についてはその原因物質の総量を把握、推定する等の努力をして、影響評価の大略の枠組を把握することが必要であろう。具体的手順としてはまず影響の全体像を影響の総量—（汚染のポテンシャル量）—を推定することにより、大略把握し、次いで各評価時刻における影響像をその程度—（濃度）—の面から把握する、という構成にすることが考えられる。このような影響評価が定着すれば、評価時点の数を少なくすることも可能であろう。

なお、変化速度と蓄積性および瞬時値の関係を要約して記号表示したものが表1である。

3.3 確率的取扱いの必要性和意味

環境影響予測が不確実性を伴うことは多くの場合認めざるをえないが、それに対する配慮をあらかじめ加えておくことが必要である。それでは予測を *deterministic*（決定論的）に行えない原因をせらべると大別して少々の性質の異なる2種のものと考えられよう。それらは

- ①環境影響を支配する現象そのものが確率的にしか予測しえないもの（天災、事故など）。
- ②データ精度の限界から変数、係数値がある誤差中を持ってしか与えられないもの（活動想定予測誤差、予測モデル式の不確実性など）。

である。それではこれらについてどのような問題点があり、どのような扱いが考えられるかを略述する。

まず①について例示すると護岸、余水処理装置等々の施設、設備は、ある設計基準強度を満たすように施工される。従って、それ以上の負荷（外力、内力、処理量 etc.）がかかると、施設、設備は破壊したり、処理不能の

表1. 環境影響の瞬時値、変化速度、蓄積性の関係

	瞬 時 値	変 化 速 度 (微 分 値)	蓄 積 性 (積 分 値)
flow or rate	$f(t)$	$df(t)/dt$	$\int_0^t f(t)dt (=X)^*$
例	汚濁発生負荷	負荷増加量	総発生量
stock or level	$Y(t)$	$dY(t)/dt$	$\int_0^t Y(t)dt$
例	汚染レベル	汚染トレンド	汚染蓄積量

(注) *flowの積分値(X)は stockの瞬時値(Y)に比例的。

状態に陥る。

処分場の規模が大きくなれば、それだけ設計基準は厳格にならうが、これらの条件は、環境汚染の原因物質つまり環境汚染のポテンシャルを益々大きくする効果を有する。それ故、事故が発生した場合にはその影響はそれだけ、より大きくなる。

処分場施設の破壊というようなドラスチックな現象が起らないまでも、例えば悪天候が当初予想したよりも長く持続し、廃棄物を輸送できなくなった場合には、その影響（例えば、日常生活に及ぼす社会的影響）は処分場規模が大きくなるにつれて大きくなる。

従って、環境アセスメントを完結するためには、従前から行われている平常時の環境アセスメントの他に事故時の環境アセスメント、即ちリスク・アセスメントが必要である。しかしながら、十分に信頼性のある確率データを入手することが困難である等の原因のため、現状は最終的なリスク（事故発生確率やその影響の大きさ）を定量的に評価できる段階にはなく、現在では事故時影響を軽減する種々の安全対策の効果を相対的に評価する方向で実用されようとしている。

海面埋立のリスク・アセスメントにおいても、いきなりリスクの定量評価を行うことは不可能に近いと思われるので、どのような措置が事故時影響を減少させるためにより有効であるかを評価したり、あるいは、台風、津波、火災、地震等の特定の事象を想定し、それが発生した場合の影響が設定した保全目標内におさまるのか等のチェックを行う必要があると思われる。

もう一つ確率的取扱いが要求されるのは、災害ほどドラスチックではないが、各種入力（活動想定、現状把握など）の不確かさや、予測モデルの不確実性に起因して影響予測値に不確実性が生じる場合である。これはモデル式そのもの、またそれへの入力データに十分な信頼性が期待しえないことが多い現状では常にありうるケースである。その場合、もしこれら入力の不確定な変動に、ある確率分

布が想定されれば、これをもとにして出力も確率分布として求めることが可能である。この予測結果をもとに影響評価をするに当たっては、確率論的判断が必要となる。この考え方としては予測されに最確値をとることも一つであるが、最確値の回りのゆまには2つの値を採用することも考えられる。この値に対する評価、対策を立てることによって、安全側の対応がなれるが、この場合もどの程度のゆまとするか判断はむずかしい。その一つとして水文計画等における元超過確率という評価も参考にならう。

以上のことを要約表わしたものが表2である。

3.4. 予測・評価の範囲のとり方

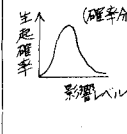
予測や評価する項目の種類やその範囲は、個別のケースごとに大いに異なるであろうが、その範囲を分けると次の軸で整理することができよう。

(1)対象行為 (2)対象期間 (3)対象地域

(1)対象行為 環境影響評価を行う場合、一般に次の三つの観点からの評価が考えられる。

①対象地域の土地利用上 ②目的とする活動（埋立）が環境に与える影響 ③建設工事等が環境に与える影響

表2. 確率的取扱いの内容と手法

	確率的取扱い項目			解析手法	結果表現と解釈・評価
		入力条件	予測仕立		
概	現象自体が確率事象であるもの	降雨、台風、津波、地震、火災、停電、交通事故、...	モデル式の特性による誤差と適用限界外	リスクアセスメント (Fault-tree解析, Event解析)	一最確予測値 一X年確率汚染  (確率分布) 発生確率 影響レベル
要	情報誤差に伴うもの	人口、産業、埋立規模、発生量、質等の予測誤差	モデルパラメータの誤差	誤差伝播評価 感度解析	(C.F. X年確率汚染)
問題点	確率データ入手努力			各種解析手法の検討	表現の工夫とその解釈(特に評価と目標との対比)についての考察

第1の評価は、対象地域がどのように利用されるのが適当かという見方であり、立地適性評価とでも呼ばれるべきものである。すなわち、その地域が埋立地として利用されるべきか、あるいは山林、原野、水面などのままで保全されるべきかというような観点からの評価であり、立地または地目の転換という行為を対象とした評価である。

第2の評価は、埋立事業という目的とされる本来の活動が環境に与える影響についての評価であり、活動適性評価とでも呼ばれるべきものである。

第3の評価は、護岸の建設、関連施設の建設などの工事が環境に与える影響についての評価である。

以上の三つの評価は、相互に厳密に区別されるものではないが、主たる実施時期などについてかなり異なる面がある。一般に、第1の立地適性評価は計画熟度の低い段階で行われ、第2の活動適性評価は、ある程度詳細な計画諸元が明らかになった段階で行われる。第3の工事についての評価は、活動適性評価の部類に入るような性格もあるが、地形・地質・植性などの条件に関係する面が大きいため、立地適性評価の段階で基本的な評価を行える点が多い。評価の対象期間という点では、工事に関する評価はおおむね一時的なものであるのに対し、他の二つの評価は永続的である。しかし、活動適性評価が活動内容の変更により変わるものであるのに対し、立地適性評価は、当初の条件がおおむね永続するものとして行う評価である。このように、これら三つの評価は、種々の性格が異なるものである。

(2)対象期間 環境への影響は、相当長期間にわたるものを対象として評価しなければならない。埋立事業の影響を考える場合、次の三つの時間スケールを問題にすべきであろう。

①護岸、関連施設の建設中 ②埋立処分の期間 ③埋立完了後数十年

実際問題としては、将来のことになる程予測と評価が難しくなるわけであるから、結局最終的にどの時点までを対象として評価を行うべきかが問題となる。この期間は、着目する環境への影響によって異なり、一般に生態学的見地から問題とする時間スケールは長い。

評価対象期間は、EIAの本質からしても、個別のケースごとに適切に決められるべきものである。埋立事業の場合、埋立施設の建設時、埋立事業を行っている期間、及び埋立終了後の期間が問題になるが、埋立終了後どの程度の期間について予測、評価すべきかは、埋立対象廃棄物、埋立法、埋立跡地利用等によって異なるが、10年から30年間位を考慮しておけばまずよからう。

(3)対象地域 評価の対象とすべき地域についても、計画対象地域、その近傍、更にその周辺地域へと狭域から広域へ多段的に考えなければならないが、その範囲を区切るのは難しい問題である。もちろん、大気汚染物質または水質汚濁物質の拡散範囲、騒音の伝播範囲など、個別の環境質について発生源からの直接的な影響の及ぶ範囲を推定することは、比較的容易である。

水系、地下水系などのように、直接的な影響の及ぶ範囲の限界が明らかなものもある。これに反し、計画の実施による二次的、三次的な影響は、一般に広範囲にわたり、その及ぶ範囲を確定するのは困難である。

3.5. 社会的背景と事業実施の前提条件

施設建設計画についてその必要性、その他の処理代替案の検討がなされており、廃棄物の処理施設を整備する以前に減量化という努力、最終処分までのトータルで見た処理フローの環境影響の予測と評価が行われることが望ましい。廃棄物処理では、部分的な処理施設建設のアセスメントだけでなく、総合的な廃棄物処理、廃棄物の問題解決という観点から代替案を検討しなければ、その施設建設が必ずしも廃棄物問題解決という点からは望ましくないことがある。また廃棄物は再生利用可能な有効成分を回収した後、できるだけ発生源に近い場所処理するのが基本的な原則であろう。そのような処理が不可能な場合に、これを救済する体系として広域処理を位置づける必要がある。廃棄物処理の主要な体系として、例えば地方公共団体の行政地域を単位とする処理システムを機能させ、これを補完するサブ・システムとして広域処理システムを機能させるのが理想的である。広域処理

システムの構成によって、本来は廃棄物処理・処分のメイン・システムであるべきローカル処理システムを阻害することがないことを、広域処理を実施することの利益を判断するときの判断条件として採用すべきである。当該事業の必要性について論じる場合には、その事業の実施によって得られる利益だけでなく、上述のごとき間接的ではあっても重要なプラス・マイナスの効果に注意する必要がある。

4. 廃棄物の海面埋立処分事業とモニタリング

廃棄物の海面埋立処分事業に係るモニタリング(監視)には、当該事業の施工に先立って環境の現況や将来の変更傾向を把握・推定したり、環境影響評価に必要な情報を収集したりするための事前モニタリング(通常は、事前環境調査と呼ばれる)、当該事業の施工開始と共に実施される事後モニタリング、および搬入される廃棄物の品質モニタリング(受け入れ検査)等がある。

事前のモニタリングが環境影響評価等の事前(安全)評価に対応するのに対し、事後モニタリングおよび受け入れ検査は事後(安全)評価に対応している。

事後モニタリングには作業環境のモニタリング、自然環境のモニタリング、および何らかの異常事態が発生あるいは予測される場合に実施される特殊モニタリング等が含まれる。事業の実施によって発生あるいは発生すると予測される環境影響が、環境影響評価によって事前に推定・予測されたレベルあるいは設定された環境保全目標を上廻ることがないことを、実データに基づいて確認し、かつ必要に応じて有効な対策を講じるプロセスとして、事後モニタリングが廃棄物埋立処分事業の円滑な実施において果たすべき役割は極めて重い。モニタリングにおいて収集される情報は、事業行為そのものやモニタリングシステムの妥当性を判断し、有効な対策の選定やその実施の必要性を判断するために、フィードバック利用されることになる。このような有機的かつ弾力的なシステムが、事業の実施前に準備されていることが必要である。

図4に埋立処分事業の進行段階とモニタリングとの一般的な対応例を示す。図中の矢印は情報の流れを意味している。どのようなモニタリング計画であっても、その直接の重点は測定に置かれることになる。しかしながら、モニタリングは測定以上のものを意味している。測定結果の解釈や評価、講じるべき対策の必要性の判断、あるいは更に必要な調査・解析の実施等の諸プロセスを内包していると考えべきである。現在は、廃棄物海面埋立処分事業に対し、このようなモニタリングシステムを設計・配備するための知見が十分に準備されているとはいえず、モニタリングシステムの設計・配備に際しては、ひとまず各々安全余裕と弾力性のあるシステムを配備し、これを得られるモニタリング・データに基づいて改善する努力が必要である。

なお、本研究は、厚生省が土木学会に委託した昭和54、55年度の調査研究課題「広域最終処分場計画調査・環境保全計画調査」の成果の一部であり、調査研究を行うにあたって多くの関係者の御協力によるものであることを付記し、謝意を表したい。

<参考資料>

土木工学大系(14)・・・環境アセスメント, 昭和51年, 彰国社

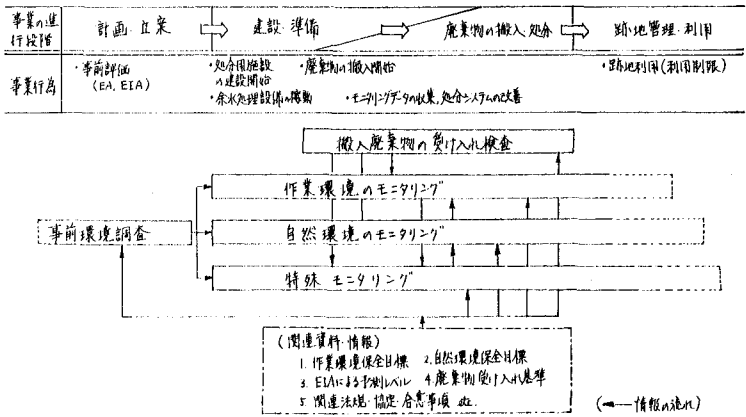


図4. 事業の進行段階とモニタリングとの一般的対応