

徳島大学工学部 正 員 定井 善明
徳島大学大学院 学生員 O河丹竹 考

1. はじめに

環境および公害問題は、今日、大きな社会問題のひとつとなっている。土木工学の分野も、この問題と深い関連をもつものであり、とくに、計画段階で環境破壊を最小にする方法をとる必要がある。

環境は、いったん破壊されると、その復元には、多くの費用と長い時間が必要であると言われている。だから、何らかの開発行為を行なう前に、その行為による環境への影響を予測し、評価して、環境破壊や公害発生を防ぐ必要がある場合には、それに対する防止対策をたてておくことが必要となってくる。この環境への影響を事前に評価するという考え方が、環境アセスメントの根本的な目的にある。

環境アセスメントを行なう方法としては、Leopoldの方法などが提案されている。この中で、Leopoldの方法は、マトリックス表を作製し、開発行為による影響を全体的に把握できるという利点を持つけれども、その評価段階で、評価主体の主観がたぶん左右し、合理的評価に欠けるという問題点がある。

本研究は、環境アセスメントの評価段階に合理性を与えるために、環境汚染の現象を物質の流れとしてとらえるためのマクロ的発生モデルを提起するとともに、その評価モデルをも提示せんとするものである。

2. 環境汚染モデルとその評価モデル

環境汚染モデルの定式化にあたり、環境汚染に関する行動と環境汚染物質を発生する活動とその汚染物質を除去する活動とのふたつに分け、両者の相互関係によって環境汚染が生じると仮定する。そして、ある地域について考える場合に、その地域は、 l 個のゾーンに分割されており、地域内には生産活動が m 部門あるとし、さらに、環境汚染物質が n 種類あるとする。

まず、環境汚染物質の発生要因は、生産活動と人口のふたつであるとする。環境汚染物質発生量は、式(1)の

ように定式化される。

$$P_{ij} = \sum_{r=1}^m a_{ir} X_{rj} + b_i L_j \quad (1)$$

($i=1 \cdots n, j=1 \cdots l$)

ここで、 P_{ij} は、ゾーン j において発生する種類 i の環境汚染物質の発生量を示し、 X_{rj} は、ゾーン j に立地している r 部門の生産活動であり、 L_j は、ゾーン j の人口を示す。また、係数 a_{ir} は、生産活動 r 部門の生産1単位に伴って発生する種類 i の環境汚染物質量であり、係数 b_i は、人口1人あたりの排出する種類 i の環境汚染物質量を示す。

式(1)によりあるゾーンに発生した環境汚染物質は、地域内の各ゾーンに拡散される。これを式(2)に示す。

$$T_{is} = \sum_{j=1}^l P_{ij} H_{js} \quad (2)$$

($i=1 \cdots n, s=1 \cdots l$)

ここで、 T_{is} は、ゾーン s に到達する種類 i の環境汚染物質量であり、 H_{js} は、環境汚染物質がその発生ゾーン j から、地域内のゾーン s にどれだけの量が拡散されるかを示す拡散係数である。

以上の式(1)および式(2)で、各ゾーンの環境汚染物質の存在量がめかまわけであるが、一方、各ゾーンには、環境汚染物質を除去する活動が存在する。それは、環境自身が持つ浄化機能と、投資による人為的な除去活動である。これらの活動による環境汚染物質の除去量は、式(3)のように示される。

$$R_{is} = E_{is} + \alpha_i C_{is} \quad (3)$$

($i=1 \cdots n, s=1 \cdots l$)

ここで、 R_{is} は、ゾーン s において除去される種類 i の環境汚染物質量を示し、 E_{is} は、ゾーン s に存在する環境汚染物質 i を除去する環境の浄化能力である。 C_{is} は、環境汚染物質 i を除去するために、ゾーン s に投入される環境保全投資額であり、 α_i は、その投資による効果を示すもので除去率である。

式(2)、式(3)と、ある時点での環境汚染物質の蓄積量を考慮すれば、各ゾーンに存在する環境汚染物質量は、

式(4)のように示される。

$$D_{is} = T_{is} - R_{is} + D_{is}^* \quad (4)$$

$$(i=1 \cdots n, s=1 \cdots l)$$

ここで、 D_{is} は、ゾーンSの環境汚染物質iの存在量であり、 D_{is}^* は、その時点までの環境汚染物質iの蓄積量を示す。以上が環境汚染モデルである。

次に、式(4)に示す環境汚染物質の蓄積量 D_{is} について、評価しておく必要がある。評価に用いる基準は、人間の健康とそこなわない値として、与件であるとする。環境汚染物質iに対する環境基準を g_i とする。そして、次の式によって、評価をすることとする。

$$K_{is} = \frac{g_i - D_{is}}{g_i} \quad (5)$$

$$(i=1 \cdots n, s=1 \cdots l)$$

ここで、 K_{is} は、ゾーンSでの環境汚染物質iによる環境汚染の程度を示すものであり、汚染度と呼ぶこととする。この汚染度 K_{is} は、 $K_{is} < 0$ の場合には、人間の健康に害をおよぼさない環境であることを示し、また、 $K_{is} > 0$ の場合には、環境が汚染されていることを示している。そして、 K_{is} の値の大小により、汚染の程度がわかる。

3. 開発に伴う環境汚染の評価方法

工業開発など一連の開発計画について、環境アセスメントを行なう場合に、先に定式化した環境汚染モデルを用いて評価する方法について、図-1に示すフローチャートを参考にして論議することとする。

今、ある地域において、新開発計画が決定され、その計画によって、地域内のゾーンsに生産部門rの立地が予定されているとする。そして、この立地によって、ゾーンsでは ΔX_{is} なる生産活動の増加が予測され、この増加によって、人口が、 ΔL_{is} だけ増加するものとする。この計画に伴って発生する環境汚染物質の増分 ΔP_{is} は、式(1)によって次のようになる。

$$\Delta P_{is} = a_{ir} \Delta X_{is} + b_i \Delta L_{is} \quad (6)$$

$$(i=1 \cdots n, j=1 \cdots l)$$

また、式(2)によって、地域内の各ゾーンの環境汚染物質の増分 ΔT_{is} は、次のようになる。

$$\Delta T_{is} = \Delta P_{is} H_{is} \quad (7)$$

$$(i=1 \cdots n, s=1 \cdots l)$$

一方、環境汚染物質除去量の増分 ΔR_{is} は、式(3)によ

て、次のようになる。

$$\Delta R_{is} = \Delta E_{is} + \alpha_i \Delta C_{is} \quad (8)$$

結局、ある開発計画により増加する環境汚染物質量を含めると、地域内の各ゾーンの環境汚染物質量 D_{is}^* は、

$$D_{is}^* = D_{is} + \Delta T_{is} - \Delta R_{is} \quad (9)$$

となる。この D_{is}^* について、式(5)を用いて評価することとなる。

$$K_{is}^* = \frac{g_i - D_{is}^*}{g_i} \quad (10)$$

ここで、 K_{is}^* は、開発計画が実施された場合の汚染度を示し、 $K_{is}^* < 0$ となることが計画において必要となる。 $K_{is}^* > 0$ となる場合には、環境保全対策や開発計画についての再検討が必要となってくる。

4. まとめ

ここに述べたモデルとその論議は、環境アセスメントの評価段階に合理性を与えようとする方法論を示しただけで、そのモデルについての有効性は、実証されるまでにいたっていない。そして、今後に残された課題も多く、このモデルには欠点も多いが、環境汚染の問題を物質の流れとしてとらえ、それをモデル化したことは、今後の研究の足がかりになるものと思われる。

図-1 環境汚染評価のフローチャート

