

京都大学工学部 正会員 工博 ○末石 富太郎
京都大学工学部 学生員 盛岡 通

1. 緒言

著者らは、早くから物質循環に注目して環境を把握するための基礎的研究を行ってきたが、廃棄物流動を指標とした環境の構造の解析と環境の計画化について研究の一段階が終ったので、ここに発表して批判を仰ぎたい。

都市にもちこまれた各種の物質は、人間の生物学的生存と文化的社会的諸活動に寄与し、やがて質量を変じ、廃棄物として都市環境に存在することになる。生体による新陳代謝に由来して、これを都市の新陳代謝とよぶ。しかし、生体による新陳代謝の他にも物質循環が行なわれ、これが都市の環境に係わっている。人間の生物として一般性と特殊性を明らかにしてゆくことも必要である。

現在、都市環境を中心とした物質循環の特徴は、(Ⅰ) 拠点大量生産による物質サイクルの規模の巨大化、広域化、潜在廃棄物の増加、(Ⅱ) 消費社会の進行による物質サイクルの移動速度の増大、(Ⅲ) 新製品の開発による新しい物質サイクルの生成と技術革新にとりのこされた物質サイクルの消滅、(Ⅳ) プラスチックスにみられるように新しく生じた物質サイクルのいくつかにおいて、有機物質から出発しながら生物学的な連鎖がないためにサイクルがとぎれて代謝が滞っている。(Ⅴ) 廃用された鉄製品からの鉄回収、下水の三次処理にみられる人工的廃棄物還元ルートの開発が行なわれるようになった、などである。

著者らはすでに、物質サイクルや都市新陳代謝と関連づけて「潜在廃棄物」という語を定義した。これは使用中の建築物や耐久消費材あるいは加工中の木材のように生産あるいは消費過程にとどまっている物質を、将来、廃棄物になる物質という意味で称したものである。そして環境を物質サイクルのなかの潜在廃棄物の集合という見地からみることを主張してきた。

2. 潜在廃棄物の流動としてみた環境

$x-y$ 平面は都市の地域をあらわし、 z 軸方向は物質の質をあらわすものとする。より具体的には、質は時間に依存し、 z 軸方向に想定される代謝速度を w とするとき、 $wz \rightarrow z$ となるものと考えてよい。 C を対象物質の濃度、 u 、 v と x 、 y 軸方向速度成分とすると、潜在廃棄物の質量保存則は、

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uC) + \frac{\partial}{\partial y}(vC) + \frac{\partial}{\partial z}(wC) = 0 \quad \text{----- (1)}$$

となる。著者らはすでに、(1)式を積分した型の、 $dR/dt = I - O$ (ただし、 I 、 O は地域への実質流入・流出、 $dR/dt = \iiint (\partial C/\partial t) dV$)、および流出に関する一次反応型運動モデルとして、 $O = K \cdot R$ を提示し、いくつかの物質について常数 K の実際値について論じた。

(1)式を解析する場合に x 、 y 軸のみをとると、

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uC) + \frac{\partial}{\partial y}(vC) = g \quad \text{----- (2)}$$

となり、 g は z 軸方向の境界条件によって定まる、対象物質濃度の単位時間当り増加率である。さら

に対象区域が細長い帯状であれば、次式を用いればよい。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(UC) = q \quad \text{----- (3)}$$

本研究では、これらの式を実際に適用し、環境指標としてのRの把握方法について論ずるとともに、より合理的な運動の式を見出すのが当面の目的となる。

3. 断面流動調査による環境の把握

(3)式においてCを全物質濃度にとることにする。 $CU=Q$ として差分表示することにより、

$$U_{l+1,m} = U_{l,m} \cdot (1 + P_{l,m}) + U_{l,m}^2 \cdot S_{l,m} \quad \text{----- (4)}$$

が得られる。ただし、 $U_{l,m}$ は $t=l$, $x=m$ におけるUの値、 $P_{l,m} = (Q_{l+1,m} - Q_{l,m}) / Q_{l,m} \cdot T_{l,m}$, $S_{l,m} = (Q_{l,m+1} - Q_{l,m}) / Q_{l,m} \cdot L_{l,m} - \delta_{l,m} / Q_{l,m}$, $T_{l,m}$ は l から $l+1$ までの時間、 $L_{l,m}$ は断面 m から $m+1$ までの距離である。 $U_{l+1,m}$ は $U_{l,m}$ に対して放物線として描かれ、その型は、 P と S の動向によって定まる。特に S が負のときには $U_{l,m}$ が平衡に達することが考えられる。ある年次におけるUの値を確定することができれば、断面流動調査によって $Q_{l,m}$, $\delta_{l,m}$ を知ることができ、 $C_{l,m}$ というきわめて測定しにくい量を把握することができる。

4. 地域流動調査による解析

一般の地域の環境調査においては、(3)式のかわりに(2)式を用いねばならず、(4)式のような物質収支のみによる考察を行なうにも、 x , y 方向の運動の差を考慮しなくてはならない。調査は事実上断面流動調査となるが、これに対する直角方向の流動も無視できない。(2)式は次のように差分表示される。

$$\frac{Q_{u,m+1,n} - Q_{u,m,n}}{X_{m,n}} + \frac{Q_{v,m,n+1} - Q_{v,m,n}}{Y_{m,n}} = q_{m,n} - \left(\frac{\partial C}{\partial t}\right)_{m,n} \quad \text{----- (5)}$$

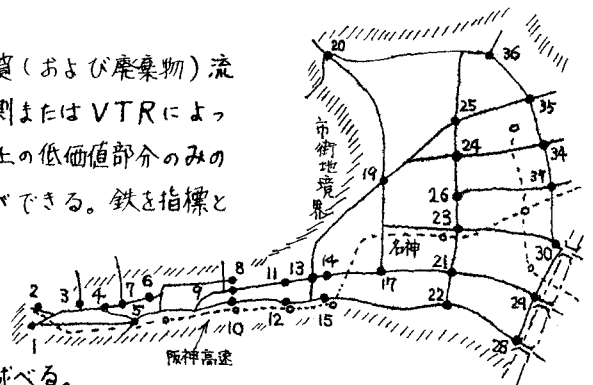
$Q_{u,m,n}$, $Q_{v,m,n}$ は $x=m$, $y=n$ における流動量の x , y 軸方向成分、 $X_{m,n}$, $Y_{m,n}$ は、それぞれ m から $m+1$, n から $n+1$ までの距離である。一方

$$Q_{u,m,n} = -K_u \left[\frac{\partial C}{\partial x} \right]_{m-1 \sim m+1} \quad Q_{v,m,n} = -K_v \left[\frac{\partial C}{\partial y} \right]_{n-1 \sim n+1} \quad \text{----- (6)}$$

のような運動式を想定し、(6)式を道路配列によりモディファイし、実測値によって(5)式に用いるQを定め、試行的に各点のCと $\partial C / \partial t$ を定めることが考えられる。

5. 阪神地域における調査例

図のような阪神地区の道路節点において、物質(および廃棄物)流動量Qを中心とした調査を行なった。測定は目測またはVTRによった。調査の結果を最も単純に應用すると、 x 軸上の低価値部分のみのCを、全流動量中の廃棄物量比として知ることができる。鉄を指標とすると、 $C = 0 \sim 0.04$ と分布しているが、特に図の右側地域では流入Cが流出Cを全般的に上まわり、環境劣化の起きていることを実証できる。より詳細な解析は講演時に述べる。



【参考文献】 末石; 環境計画と廃物 — 環境における廃物の計画化への試み — 用水と廃水、

11巻7号、昭44、