

水環境における下水道の意義

京都大学工学部

宗宮 功

京都大学工学部

〇河村清史

§1 はじめに

一般に水環境という言葉を使う場合、都市をとりまく空間的なカプの中の水の部分をさし、下水道は都市からの出力の1つの相である水上の意味での水環境へ導くシステムと理解されている。つまり、都市という人間活動の容器をブラックボックスとした場合の出力部の1つを下水道かつかさとし、その出力の行き着く先が水環境であるという型で、形態をそのままイメージ化したものである。

ところが、視点を変えて下水道を水環境の一構成要素とみなすこと、一步譲、下水道は都市をに入れる容器であり、下水道という容器は水環境というさらに大きな容器に入れられるものとみなすこともできる。このとき、下水道は都市の代謝と水環境の保全の在り方として定義される。

言葉をかえていえば、前者では下水道は都市から水環境(環境水とはこんど同義)への流れを結びつけるものとして位置づけられるのに対して、後者では 下水道⇔都市⇔活動 という形で情報・行動・機能・物質が関連しあう場として水環境が、下水道が位置づけられる。このとき、水環境という場は静的なもののみでなく、水の循環、心理・情緒等を含めた行動様式を加味した動的なものでもある。

本論文では、後者の立場を思考の極に位置づけるから下水道の水環境へのかかわりを検討する。

§2 下水道システムのパターン変化

水は雨水をも含めて、都市でその多面的な特性—溶かす、冷やす、運ぶ等—をエントロピーを増大させるという裏かえしの効果をもたないつ消費することによって、都市の代謝において重要な役割を果たしている。

下水道システムは、ある地域内に発生する結果としての水と流集し、流送し、処理のちの排除もしくは放流するという水の流れと、その過程で不可避免的に生ずる汚泥の流れと大別されてきた。エントロピーの増大である汚濁物は水の流れと同一的にこころえられてきたが、本質的には別にとらえるべきであり、水の流れと量としてこころえる面と質としてこころえる面とを明確にする必要がある。

水処理は、環境水との持点で位置づけられていながら、資源とエネルギーとの消費を前提とする質変化を伴う相移行として機能するため、本来的には水環境のあり方と大きく関係する。

本節では、既往の下水道システムとして把握するため、質の流れを含んだ水の流れの各段階をP群(汚水源)S群(運搬方式)、T群(浄化・処理施設)に分け、各々についで表-1のような因子に分ける。

表-1 下水道システムのシステム因子

1) 開渠であるか暗渠であるかを別にすると、古代から近代にいたる下水道システムは基本的には、

$$P_R, P_D \rightarrow S_C \rightarrow T_D$$

のパターンであつた。これは今日でも不完全な下水道でみられるパターンであり、個人レベルで行なっている下水管への量としての汚水排除のパターンを都市規模で環境水へ排除しているパターンである。差える行為の最も簡便な方法であり、下流での水利用等に意を払わず、生活関連の場合の水環境の緩衝能(自浄能・運搬能・希釈能等すべてで構成される能力)に依存する水環境の最も単純なレベルである。

1) i) のパターンは基本としてつても、古代アテナヤ中世ヨーロッパでは、小便に対して

P(汚水源)		S(運搬方式)		C(浄化・処理施設)	
雨	水 P_R	雨水管渠	S_R	無処理・浸透処理(含かんがい)	T_0
し尿	尿 P_U	合流式下水管渠	S_C	浄化槽	T_D
家庭汚水(含し尿)	P_D	汚水(含工場)管渠	S_W	し尿処理施設	T_N
事業所廃水(除工場)	P_E	し尿運搬車	S_N	1次処理施設	T_1
工場廃水	P_I	(1カ所は汚水含む)		2次処理施設	T_2
				3次処理施設	T_3
				再利用高度処理施設	T_4

$P_N \rightarrow S_N \rightarrow T_0$ のパターンを採用していた。 T_0 の場合として都市空間を使用する場合が多く、衛生状態の弊害に拘束を付けていた。中世ヨーロッパでも部分的にはみられながら、わが国にあっては、終戦直後までは「屎・肥料化」の概念が深く浸透し、資源回収と環境水への汚濁負荷軽減の役割を果たした。このパターンは、あり方によらず水環境の立場からみてレベルの高いものを包含するにこだわった。

iii) 19世紀のロンドンなどでは、i) ii)にもとく下水道システムが放流口以降の水環境ひいては都市環境にとって不満足な方式—都市の過密化、広域化にともなう水環境が複雑化し、環境水の悪化、人間への不快感の増大、水利用上での不備等をもたらした—であることを認識し、

$P_R, P_D \rightarrow S_C \rightarrow T_P$ または T_S のパターンを志向した。不可避な汚泥は海洋投棄等にかまされ、水環境の階層変化はないが、質の流れから環境水への下水道へのフィードバックのルートがつけられレベルが上がり、なものをみさせる。しかしながら、処理技術の不完全に加え、質の流れとしての疫学的な立場からの検討が急務であり、なため、汚水を停滞させず早急に排除することに注意の多くが払われていたことあり、 T_P, T_S が十分でなく、なとともに、増大化、複雑化してきた P_C, P_I には十分な配慮がなされていなかった。このため、水環境を保全するという立場に対して十分な効果とあがることができないまま、 T_S の内部完全化と平行して、

$P_R, P_D, P_C, P_I \rightarrow S_C \rightarrow T_S$ とい、なパターンへの下水道が造られていた。

iv) 上記の3つのパターンは、雨水と都市活動の出力としての汚水とを同じように扱うもので合流式といわれているが、時季的・量的分布が異なり、質が異なる雨水と別途に流集する分流式はつぎに示すパターンである。

$P_R \rightarrow S_R \rightarrow T_0$ または T_P, T_S かつ $P_D, P_C, P_I \rightarrow S_W \rightarrow T_0$ または T_P, T_S

現在、 $S_W \rightarrow T_S$ の徹底化ははかられているが、一方で、水環境の中での降雨初期の汚濁負荷が大きくなりつつあることが指摘され、 S_R を通る初期降雨を T_S に結びつける必要性が指摘されている。

v) iii)やiv)の延長上に T_T, T_U をも、てくる気運が強いが、これは環境水保全の断面と水資源の多様化の断面とから拘束をかけられている。水環境を保全するという意味で、水環境から都市へのフィードバックの要素をいく分含んであり、レベルとしてはさらに一段上り、なものをみさせる。

vi) 日本においては長い間、

$P_R, P_D \rightarrow S_R \rightarrow T_0$ かつ $P_N \rightarrow S_N \rightarrow T_0$ を基本とし、昭和30年前後からの農業の近代化とともに、化学肥料の全盛期を迎え、し尿処理の必要性が高くなると下水道の普及が遅れていたため、

$P_N \rightarrow S_N \rightarrow T_N$ または $P_N \rightarrow T_0$ とい、なわが国特有のパターンを各地につくりあげた。場当りの対応策であると考えられるが、1時期の有機汚濁防止には十分能力を発揮した。また、今日的な富栄養化問題や水資源問題が主たる時、 T_N, T_0 のあり方いかんでは積極的に評価すべき面をもっている。

初期には疫学上の問題が顕在化していたが、内水の早急な排除と環境水の悪化防止の施設として、こまかく下水を流集し、処理する下水道の必要に迫られ、昭和20年代後半より $P_R, P_D, P_C, P_I \rightarrow S_C \rightarrow T_S$ のパターンへの下水道建設が年を追って進み、昭和40年頃から S_C を基本とした流集システムが S_R と S_W の2本立てに移行してきた。

従来、下水道は流集する汚濁の質や量については単にBODやSSのみに着目し、蓄積や阻害とい、な質の流れを無視してきたが、受け入れ態水の多様化、複雑化が著しくなり、質の流れ、またそれによる汚泥の流れに意を払う必要に迫られた。これに対してとられた対応策は P_I をつぎの2つに大きく分類し、

P_{I0} ---食品加工のように有機廃水を主とするもの P_{I1} ---金属加工のように無機廃水を主とするもの

$P_D, P_C, P_{I0} \rightarrow S_R$ または $S_W \rightarrow T_S$ かつ $P_{I1} \rightarrow S_W \rightarrow T_T$ (T_S を通過しない場合、 T_U になる場合がある) を進めるか、あるいは P_{I1} をある程度処理して(P_{I2})、つぎのパターンとする傾向が強い。

$P_D, P_C, P_{I0}, P_{I2} \rightarrow S_R$ または $S_W \rightarrow T_S$

以上のことから、下水道は時代と場所が規定する都市活動という変数と条件として成立させられ、環境水への下水の放流の仕方とを定めることによらず、水環境にかかわってきた感がある。下水道の歴史はわが国

水環境ではなく、従来の意味での水環境からの反作用を考慮した下水の流し方、捨てる方の歴史といってもいいすぎるではなからう。最後に今までの述べたなか、なをも含めて下水道の変遷を図-1に示す。

3.3 水環境の中でおかれている下水道の位置

流し方、捨てる方として機能させられてきた下水道は、それゆえに水環境の中である定まった位置をとらされている。この節では、下水道の置かれている位置についていくつかの事例をあげる。

1) 受け身としての下水道

下水道は生活をも含めた都市の構造を直接的に受けとめるべく機能させられているが、そのいくつかの現在の事例をあげる。

① し尿の受け入れ 農業において、昭和30年前後に生じた肥料の化学化は従来肥料として利用されていなし尿や堆肥の需要を減じ、し尿を下水道にま

かすことになった。結果として、下水の汚濁物負荷の増大と、有機肥料の欠乏による地力の低下が顕在化している。

② 下水量の増加 1960年代におこった産業の巨大化・多様化は、用水量の増加ひいては下水量の増加をもたらし、また、産業の巨大化の波の中で、電気洗濯機・クーラー等の用水型の家庭製品が次々出てくることにより、水使用量・下水量の増加した。③ ソソ等の流入 洗濯機の使用と相伴って出てくる合成洗剤は下水のソソ濃度(負荷)を高めた作用をした。また、産業や都市活動の多様化にもよって、環境中にはうまかれな形で存在する重金属等が雨水媒体として下水中に流入している。④ 有機負荷の増大 生活レベルの向上にもよって生じた1人当りの有機物負荷が、下水道への有機物負荷を増大せしめている。⑤ 下水発生集中化 都市域の高度化・建物のビル化は個々の家庭での自然還元の道をふさぎ、下水の集中発生を促した。

ii) 容器としての不備

都市によっても上水道と下水道の人口普及率はほぼ100%の場合もある。しかしながら、日本全体での平均値でいうと上水道の普及率が90%以上であるのに対して、下水道の普及率は70%も満たないのが現状である。さらに、工業用水・地下水・降雨を加えると下水道という容器がいかに不備であるかわかる。

iii) 終末処理場からの放流水について

水環境の中での終末処理場の位置づけについて、簡単な事例で2通りの検討を行なう。

BODをみる放流水 図-1にも示しているように、過去から現在に続く水質汚濁は疫病と有機性汚濁である。疫病については現在のところ忘れ去られた感があるが、水域の有機性汚濁化ひいては嫌気化は今も重要な問題である。図-2の簡単なモデルで検討する。

流量バランス $Q_6 = Q + Q_2 - Q_5 = Q(1 + r_2 - r_5)$ ----- (1)

汚濁物バランス $Q_6 C_6 = (Q - Q_1) C_0 + Q_2 C_3 + Q_4 C_4 = Q \{ (1 - r_1) C_0 + r_2 C_3 + r_4 C_4 \}$ ----- (2)

1) 式、2) 式より、放流後完全混合を期待すると河川水質 C_6 は3) 式となる。

$$C_6 = \{ (1 - r_1) C_0 + r_2 C_3 + r_4 C_4 \} / (1 + r_2 - r_5) \text{ ----- (3)}$$

発生汚濁量のうち Q_4 が処理され、汚水量/河川流量 $(Q - Q_1)$ とすると、

$$x = Q_4 / (Q_3 + Q_4) = r_2 / (r_2 + r_4) \text{ ----- (4)} \quad y = (Q_2 + Q_4) / (Q - Q_1) = (r_2 + r_4) / (1 - r_1) \text{ ----- (5)}$$

主得、 Q_5 は Q_3 、 Q_4 に比して小さいとすると、 $Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$ となり、

図-1 下水道の歴史

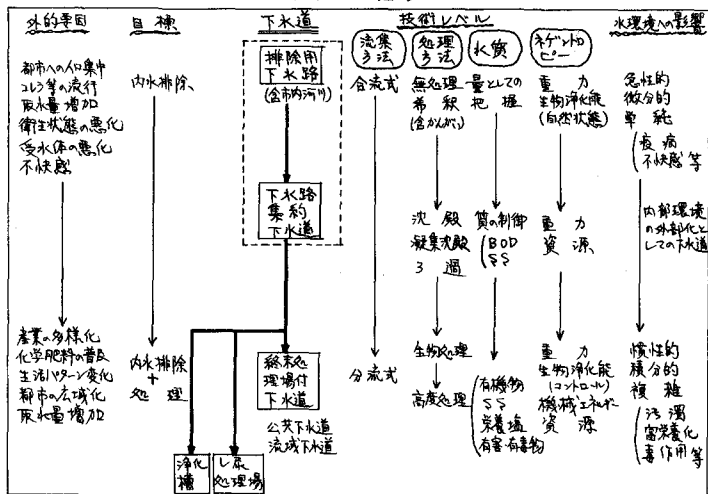
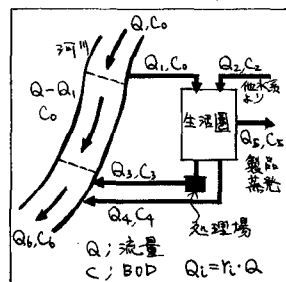


図-2 水量・水質モデル



$$r_2 = r_3 + r_4 - r_1 = (1-n) \cdot r_1 \text{ --- (6)}$$

$$r_3 = X(r_3 + r_4) = (1-r_1)Xr_1 \text{ --- (7)}$$

$$r_4 = (1-X)r_1/X = (1-n)(1-X)r_1 \text{ --- (8)}$$

を得、これらを(9)式に代入すると(10)式を得る。

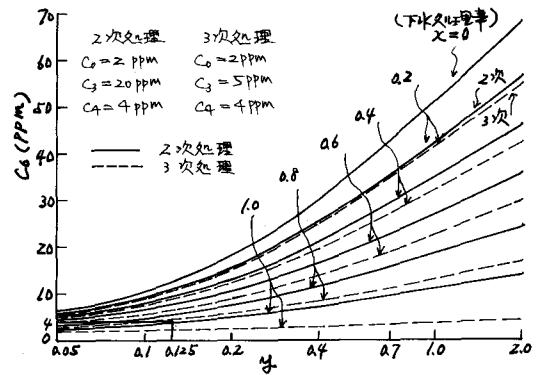
$$C_6 = \{C_0 + C_3 \cdot X + C_4(1-X)\} / (1+Y) \text{ --- (9)}$$

(10)式からわかることは、水の量としての流れは

保持されるが、質としての流れは生活圏での利用前に浄化を受け、生活圏での入力、出力において相関がない。ただし、雨水などは Q_4 を増加させ C_4 を低下させる働きを持つ。汚泥プロセスを入れると一環したものとなる。

(10)式の1断面として、 C_0 , C_3 , C_4 を与え、 X を10%メータとして C_6 の関係を求めたものが図-3である。

図-3 C_6 の変化



C_0 として2ppmと、 C_4 として100ppmと与え、2次処理の際の C_3 として20ppmと与え、3次処理の際の C_3 として5ppmと与えている。下水道普及率の低い状態下では3次処理の効果が小さく、2次処理の100%実施の方が技術の外部不完全さをなくするのに利があることがわかる。また、 C_4 が小さい場合、処理の効果は小さく、曲線群をさらに左にのばすことにより、2次処理放流が外部不完全さをなくするが、 C_4 が大きければ3次処理効果は大きくなる。ただし技術の外部不完全さはふたつしかない。

C_6 として英国の立憲委員会の勧告に基づく acceptable な水質4ppmを採用すると、放流量に対して8倍の河川流量が必要となる。わが国の実状について簡単に示される。図-4に一般河川の水質とその水質をもつ河川数割合を、図-5に放流処理水量に対する放流先水域流量を示す。厳密ではないが、両者を単純に重ね合わせると放流水質20ppmで河川水質が維持できる場合が多いが、少ないかわかる。泥性汚泥法を考える場合、わが国の場合では、技術上の内部不完全さが克服されても外部不完全さが残ることをかわかる。

図-4 一般河川の水質(BOD)

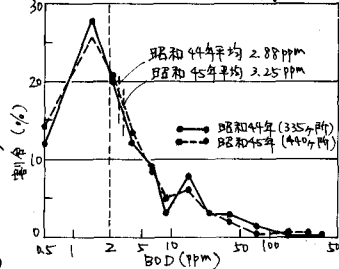
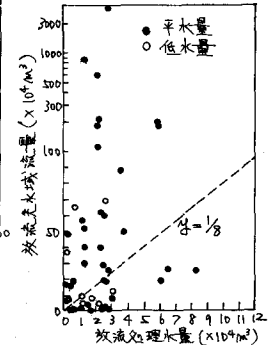


図-5 放流処理水量と放流先水域流量



窒素(N)、リン(P)の問題 全国の下水処理場流入水についてBODに対するT-Nをプロットすると図-6となる。初流入水であるため、正当な評価はできないが、生物処理を考慮するとN過剰であることがわかる。詳細なデータはないが、家庭下水の原単位と微生物の栄養要求を比較すると、Pについても過剰なことがわかる。このことから、下水の生物処理では、栄養的なプロセスが与え条件としてあることを認識するわけにはいかない。

図-6 BOD対T-N

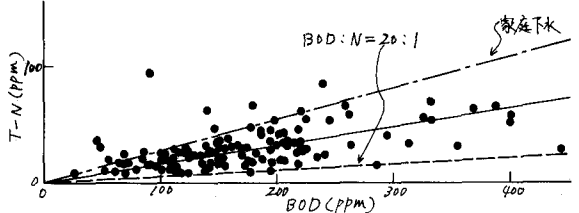


表-1は、近年下水道整備に着手したある都市でのN,Pの分布と原単位その他からみたものである。下水道整備により雑排水中のN,Pの含有量が下水道へ移行し、一見河川浄化に寄与しているように見える。しかしながら、従来は直接水系に放出されていたが、たし尿が年々下水道へ投入されている。下水道に入るN,Pが各々24%、24%除去されるとして、放流水にもなっており、これは河川に放流される量の和を求めたものが表-1の右の欄である。これによると、下水道整備によるN,Pの放流量は下水道未整備を仮定したものより、格段と改良されることはあまり期待できない場合もあることがわかる。生物処理の外部不完全さを考慮の必要性とともに、環境水改善のためには、従来通りの下水道整備をすればいい。

いうものではなく、し尿の下水道未投入も含めた質の流れの考察が必要である。

iv) 都市活動の反映

構造的にも機能的にも都市活動の末端部に位置づけられてきた下水道は、それゆえ、量のみならず質においても都市活動の反映としての形をとる。ミクロな水質構造でも明らかであるが、ここではBOD、SS、T-Nというマクロな指標である。

図-7、図-8は4つの型の下水-A:大半が家庭下水、B:工場廃水と家庭下水がほぼ1対2、C:家庭下水と地下水がほぼ1対1、D:7ヶ所の団地廃水—について、BOD vs SS、T-N vs BODを主なものである。各々、データのばらつきを範囲と平均値を示している。

A、Dは明らかに家庭下水の性質を強く示していることをさせるが、Bは他とはずれている。Cは家庭下水の傾向を示しているが、地下水のため平均値が低い。水環境の構造解析の1例として、Bの水質傾向を排出源との関係で検討する。

表-3はK市内の従業員20人以上の103事業所を業種別に分け、昭和44年時の出荷額と出荷額原単位、さらに各業種の平均水質から求めた負荷量を示している。繊維工業については、用水型と非用水型とで水質が異なるが、ここでは用水型のみを考慮している。表-3には水量・水質として問題となる3業種のみに示していないが、これらが全廃水量の60%を占め、全BOD負荷の85%以上を占めている。つまり、廃水のうち半分以上が有機性のものであり、半分が無機性のものである。全廃水で見るとBODは26.5ppm、SSは19.8ppmとなる。

これをすべてが下水道へ入るわけではないし、これをすべてが工場廃水を表わしているわけではないが、下水道が受け入れるものと同じ構造をしめすこととすると、 $BOD/SS=1.34$ となることから、下水のBOD/SS値を高める作用をすることから推察できる。T-Nについては、BODへほとんども占める上記3業種のT-N/BODが各々0.050、0.048、0.051といずれも家庭下水のT-N/BOD=0.2より相当低く、かつ、これらがN負荷発生を主とするものと考えられることから、工場廃水が下水全体のT-N/BOD値を低下する方向に働いているものと思われる。

v) 河川水の濁濁化と水質改善効果

都市内河川は一般に小河川が多く、固形流量が少なく、古来、降雨時の雨水排除機能をつかさどる場合が多く、下水路ともなっている。たとえば、D市の都市内河川での24時間測定データを図-9に示す。図-9の0%処理で与えられた場合のCに相当し、生活廃水の影響は如実にみえ、座川へドロカチ、腐敗臭が鼻をついてくる。このような地域では、早急に下水道を整備する必要があらることは論を待たないが、つぎの点を考慮する必要がある。

○図-9でも明らかなように、与えられた下水路化している河川では、下水の一部を下水道へ入れても、水量・水質のバランスを装置をつくるのみで、質の大きな改善は望めず、100%下水道へ入れる必要がある。

○下水の流れはもちろんなこと、逆に水の流れのほとんどない河川は、

表-2 N.P.の分布

(単位:七年度)

年次	総水量	河川等	下水道	総水量	河川等	下水道	事業所	総水量	河川等	下水道
43	180	180	—	539	436	—	103	—	23	221
45	188	176	12	571	474	—	90	7	27	262
47	194	171	25	625	504	—	77	39	26	824
49	205	140	65	677	462	75	78	(62)	(29)	885
43	50	50	—	35	28	—	7	—	0.27	85
45	52	46.9	5.1	36.4	30	—	6	0.4	6.09	88
47	54	39.9	15.1	39.5	32	—	5	2.5	0.08	94
49	57	26.6	30.4	42.3	29	4.7	5	(4.1)	(0.09)	100

図-7 SS対BOD

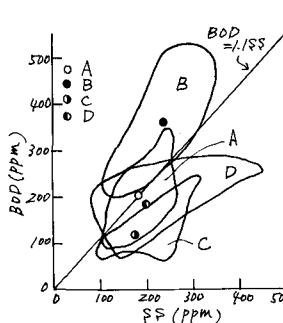


図-8 BOD対T-N

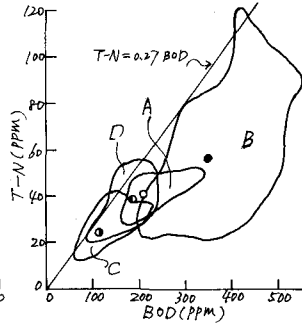
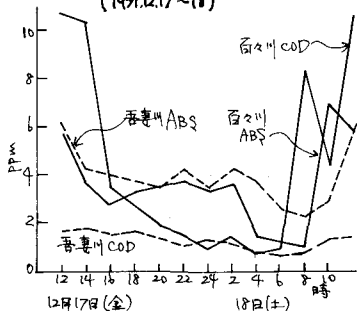


表-3 発生活汚負荷

業種	K-量 M ³ /日	BOD負荷 kg/日	BOD/SS	SS負荷 kg/日	T-N/BOD
食料品製造業	2,713.9	680.0	2.47	275.3	0.050
繊維工業	49,671.8	24,096.5	1.53	15,749.3	0.048
印刷・紙加工品製造業	7,566.0	962.6	2.46	366.9	0.051
計	109,787.9	26,932.3		19,752.2	
割合(%)	57.2	76.9		82.9	

図-9 市内河川の水質変化(板根)
(1971.12.17~18)



水があることにより、価値をもつ情緒、水生態等が破壊することにもつながる。

小河川の固有水量の確保と増加による水環境の整備を指向する場合には、水は高きより低きに流れる特性を有効に利用した型の自然流下方式による下水道が最良のごとく考えられていること自体も、もう一度考察せねばならぬケースも十分あることを示している。技術的な方策としては、処理場の位置の再考、高度に浄化した水の上流放流、他水系からの引水等の方途も必要となろう。

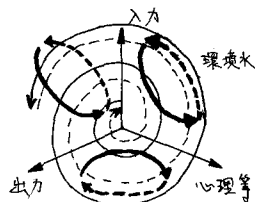
§4 水環境の因子

1) 相互因子

水環境の概念形成のため、水環境を静と動に分ける。動としては端的には環境水、入力（いいでは生活の場での利用）と出力とがあり、静としてはこれらと相互作用的に働く心理・情緒・景観、生物生態系等があげられる。

図-10はこれらの関係を概念的に示したものである。

図-10 水環境の概念図



従来、この図の実線部のみで意識が払われ、点線部にはほとんど考慮されなかった。

本来的には、この図の点線も実線として作用する必要がある。たとえば、現在のところ、水利用をしてそれを排出して環境悪化が生じ、水利用の仕方を考える流れはあっても、人間の心理や生態系の保全が水排出ありき、さらには水利用のあり方にまで逆のぼる道筋は弱い。図の各軸上に位置するものは種々あるが、これを分類整理することも点線の実線化に大きな一助となる。これはとりもなおさず、水環境の多面性を表現することである。表-4にこれを示す。

表-4 水環境の因子

入力	出力	心理等	環境水
水道水 工業用水 農業用水 漁業用水 飲料 雨・雪	排水 し尿 工場排水 事業排水	味 臭 温度 透明度 健康 腐蝕 生物 修景	固有流量 維持用水 変動 速達 場門
一週式 循環式 貯留式	連続的 分散的 排出なし		
水質基準 冷却 溶媒 運搬 製品	排水基準 無処理 2次処理 3次処理		環境基準 目標水質

表-4は水に重きを置いてまとめたものであるが、水環境を考える場合、大きいけれども一面にしかならない。たとえば、液体以外の廃棄物は質の流れの中で別の一面を形成する。図-11は水環境に係る廃棄物の現状を示す。この図も図-10と同様に点線の実線化が必要である。

まづは、実線部の質の流れ、質のレベル等の構造を全体として把握する必要があるが、1例として下水道に係る性質物質の構造をフローとして図-12に示す。気体・液体・固体の3つの相互間で下水道に入った保存性物質は、下水道システムの中で増えることも減ることもなく、相の移行を経て、気体・液体・固体として下水道システムから外部化される。

図-11 廃棄物と水環境

液相から液相と固相とにふりわけられる1断面を表-5に重量属の物質収支として示す。

ii) 内部因子

概念的になるが、水環境の理解と形成のため、水環境と密度概念について検討する。

常識的な意味での生活空間においては、種々の密度指標—人口、エネルギー消費、水利用量、水利用の多様性等—は水環境レベルと関係を持つことが指摘されてきた。

図-13にその関係を概念的に示す。図は非常に単純に描いているが、水環境レベル、密度指標にはそれぞれ深い考察が必要であり、それに基づいた定量化が必要である。たとえば、密度は個性をもつものを無理に指標化しようと

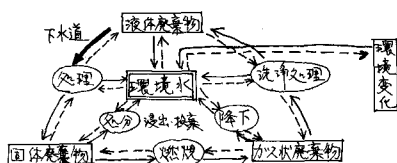
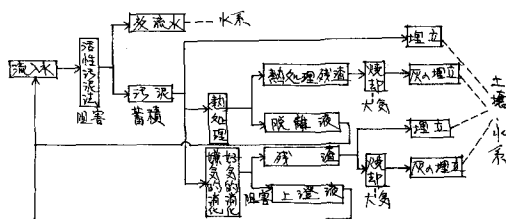


図-12 保存性物質の相移行概略



いのであるから、複数個の比較には便でも個性を捨象してしまう。密度概念のもつメリットは個性を便するすべきである。

たとえば、古代のモヘンジョ・ダロの市街地と近年の東京都23区はほぼ同じに人口密度がある。と23区、両者の水環境レベル、またその制御の方法は同一と考えることはできない。つまり、人口と面積が割ることでより人口特徴も面積特徴もかくされてしまうからである。23区1つの基準として藤野氏が出している $200 \times 10^4 \text{ km}^2$ を考え、モヘンジョ・ダロと東京都を2つの密度に下もっていくために必要な面積を置き換えるという可能性、困難度を密度に個性を与え、それを技術にか行政に結びつけるべきである。

図-13の現実を制御していくためには、技術を分類し、構造に結びつける努力が不可欠である。技術は以下の3つの範ちゅうに大別され、直接的なもののみをとりあげると表-6がつかうられる。3つの範ちゅうとは、水の量の増減と分布(a)、施設等の改善による容量の変化(b)、そして処理をはじめとする浄化能の変化(c)である。

と23区、水環境における各種物質の動量は、非常に粗い見方をすると、ほとんどのものが一次反応型でしめされよう。つまり、

$$\frac{dC}{dt} = -kC \text{ ----- (10)}$$

であり、積分すると、

$$C/C_0 = \exp(-kt) \text{ ----- (11)}$$

さうする。C₀はある時空間断面下の負荷量である。これは図-11に示すように、直接的な液体廃棄物のみではない。

(11)式は、物質の動量は反応速度長と系内滞留時間とで規定されることを示している。表-6の対応技術はa, b, c それぞれがQ, V, 長に対応して長, tに等価する。

現在の下水道は主として水環境という系における反応速度長のみを、しかも処理レベルの変化による方法に最大の意を払ってきた。逆のものとしては、洪水時や強い降雨の時は長を外部化するこによって、内部的には問題とせざる内水排除のための、つまりはV (Qはgivenとして) への意を払ってきた。

今後、われわれに必要なことは水環境の各部のQ, V, 長を知り、それはいかに変化させるかをしるこである。たとえば、日本の河川では長は小さく、長を大きくすることを考えねばならぬ面が大きい。また、工場排水の高度処理をすることは、長の増大さばかりしているこで、水の循環はQの減少をばかりしているこであり、汚泥の問題等も含めて、それが完成すれば水環境系での長増加、Q減少を果す形もちなう。1つを分離しよう。と5 おわつて

下水道は水環境という容器の中にある、都市の容器であるを位置付けて、下水道の在る位置、在る位置、またそのアングとして在るべき位置をなわけてきた。都市と水環境とは不可避的にわれわれにかかわっており、下水道もまたさうである。

今後の下水道についての議論の1つの踏み台になれば幸いである。

表-5 重金属の物質収支(kg/日)

	亜鉛	銅	クロム
生下水	35.8	9.0	9.5
給水流出水	25.0	7.1	13.7
簡易処理水	0.2	0.1	0.1
生活污水	12.8	4.6	0.6
計	38.0	11.8	14.4

図-13 水環境レベルと密度

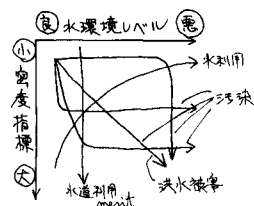


表-6 水環境の技術

a	b	c
水源の変更・拡大 (降雨・海水等含む) 水の再利用・循環 節約 用途別給水 供給コスト 水価格の変化 人口増減 水利用装置の改善 降雨の制御	排水路の勾配・材質・改変 一時貯留槽の設置 処理場設置場所の改変 下水収集方式の多様化 土地構造の改変	水系への排水分散 処理レベルの改変 排出源への浄化 使用水源の改変 生産プロセスの改変 廃棄物の資源化 水域自浄能力保全・拡大