

大成建設(株) 正会員 並木 裕
 大成建設(株) 正会員 谷口 孚 幸

1. まえがき 流域下水道整備策は国の補助金行政による誘導もあり、スケールメリットと集中管理を目指してあたかも唯一無比の水政策として推進される傾向にある。しかし排水処理の大規模化、画一化による種々の非合理性の顕在化が指摘されてきている。¹⁾²⁾ 本稿では、地域ごとに異なる水環境特性を有効に利用した水質保全策を探る必要があるとの考えに基づき、近年水質汚濁の進行が著しい霞ヶ浦(西浦)流域をケーススタディの対象として選定し、システムダイナミクス手法を用いた水質予測モデルによるシミュレーションの実施により地域の水質保全政策に対する定量的な検討を行った。

2. 霞ヶ浦の水環境特性 ケーススタディの範囲は西浦流域約2,000 Km²である。(図-1) 流域人口は約65万人であり、全体的には首都圏における農業地域であるが、近年、筑波研究学園都市(計画人口:20万人)を始めとして首都圏のベットタウン、工業団地等の開発が活発に行われている。流域の中心都市は人口11万人の土浦市であり商業都市としての色彩を強めている。西浦は湖面積171 Km²、平均深度は4 mと極めて浅く、水質保全上からは不利な環境条件を備えている。貯水容量は約8億m³であり莫大な水資源を貯えてはいるがこの水量はあくまでもストック量である。一方フローとしての降水量は全国平均以下の年間1,400 mmでありかなり少ない。また上水道等の取水源と下水処理水等の放流先が同一であるという水環境特性を持っている。従って霞ヶ浦流域の水政策の基本としては使い捨ての発想に基づく用排水システムであってはならず水量は利用しても水質の消費(水質汚濁)はしない事が必要となる。

3. 霞ヶ浦の水質汚濁要因 昭和50年度年平均水質は化学的酸素要求量(COD)7.2 ppm, 全窒素(TN)1.5 ppm, 全磷(TP)0.13 ppmである。³⁾ この濃度は環境基準COD値3 ppmを大幅に上廻り、また一般的に富栄養湖の判断基準となっているTN:0.2 ppm, TP:0.02 ppmの限界値をもはるかに上廻っている。水質汚濁の要因は、生活排水、工場廃水、畜産排水、と畜廃水、肥料の流出、鯉の養殖、降雨などが考えられる。

4. 水質予測モデルの作成 水質汚濁要因の西浦水質への寄与を定量化し、地域に密着した水質保全政策を検討するためにシステムダイナミクス手法による水質汚濁予測モデルを作成した。モデルは7つのセクタから構成されており、図-2には一例として生活排水セクタの負

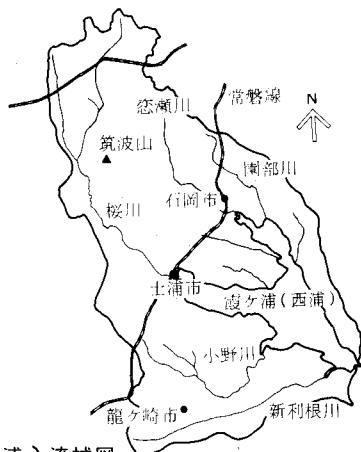


図-1 霞ヶ浦(西浦)流域図

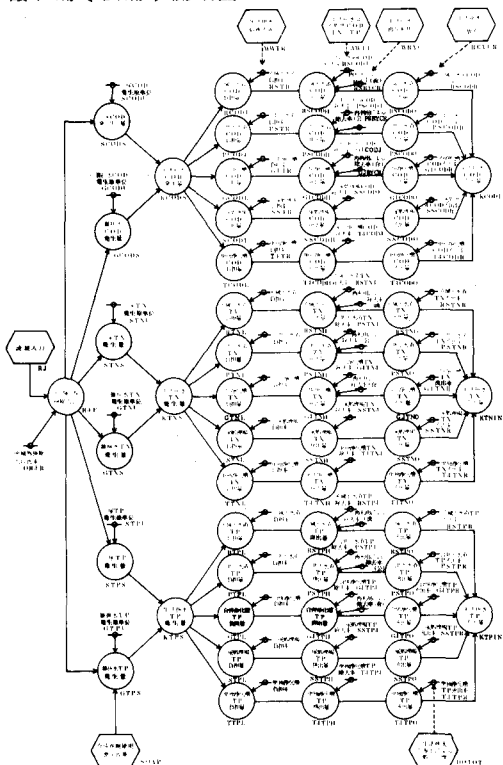


図-2 生活排水セクタ因果序列図

荷発生から西浦への流入までの因果序列を示した。水質計算は汚濁負荷の底泥への蓄積，溶出，プランクトンの生成を考慮して（前年度流入負荷量＋当年度流入負荷量）／（当年度流出水量×2）とした。更にTN：0.2ppm，TP：0.02ppm以下ではプランクトンの生成はなされないとした。プランクトンの生成量は富栄養化のメカニズムが完全には解明されていないことから現況COD濃度から直接流入するCOD負荷量を差し引いたものをTP，またはTNからの寄与として設定した。予測モデルには現在湖北流域下水道政策が実施されていることからこれを社会すう勢として組み込んでいる。下水道普及率は昭和53年：0%，65年：50%と設定した。（筑波研究学園都市は常南流域下水道に含まれ，別系統）なお，汚濁負荷発生量データは各種文献から引用した。⁴⁾⁵⁾⁶⁾また昭和45年から53年まではモデルの検証期間とした。

5. 霞ヶ浦の水質保全政策 水質保全のための政策としては活動規模の拡大を防ぐものとして①人口抑制，②1次産業の抑制，③2次産業の抑制，汚濁負荷発生量を減少させるものとして④合成洗剤の使用禁止，⑤中水道の実施，⑥畜産し尿の肥料化，処理レベルの向上を目指すものとして⑦終末処理場高度処理，⑧工場廃水高度処理，⑨生活雑排水の処理，⑩浄化水の導入，湖水の希釈を行うものとして⑪浄化水の導入を考え，それぞれ実施年次を想定しシミュレーションを行った。

6. シミュレーション結果 図-3，4にそれぞれ西浦に流入するCOD，TP汚濁負荷量（社会すう勢）の経年予測値を示す。流域下水道の普及に伴うCOD除去率の向上によりCOD汚濁負荷量は増加傾向は示さないが，TP汚濁負荷量は流域に広がる関東ローム層による吸着機能を使用できなくなるために逆に増加率が大きくなっている。また汚濁負荷の主要因は生活排水，工場廃水，畜産排水である事が明らかになった。図-5，6にはそれぞれ西浦のCOD濃度，TP濃度の予測値を各水質保全政策ごとに示す。COD濃度はTN，TPからの寄与が大きくTN，TP汚濁負荷量の軽減政策（④，⑦）が大きな効果を示している。このうち⑦は流域下水道という多額の費用のかかる技術の歪を更に高度処理という同じく金のかかる技術で解決しようとする所に注意を要する。

7. 考察 合成洗剤使用の自粛は地域住民の意志のみで実行でき，その効果も大きいことから有効な水質保全策であると言える。各種水政策の定量的効果とその費用を明示したうえで生活の利便性，地域資源の有効利用などの観点から地域の水環境保全目標は地域住民の決断によって定められるべきであろう。

参考引用文献 1) 末石冨太郎「水資源危機」日経新書，2) 中西準子「都市の再生と下水道」日本評論，3) 茨城県「霞ヶ浦の現況と対策」，4) 嶋飼信成編「人間と都市環境2」鹿島出版会，5) 茨城大学「霞ヶ浦」三共出版，6) 中西弘「環境における窒素・リンの循環とその制御」環境創造 78-10

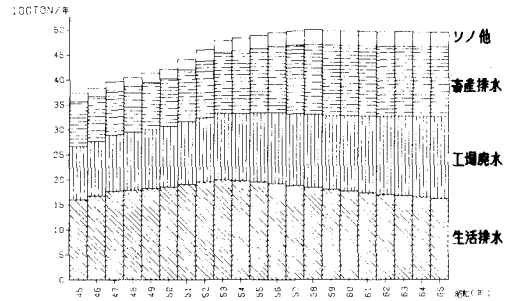


図-3 COD汚濁負荷流入量（社会すう勢）

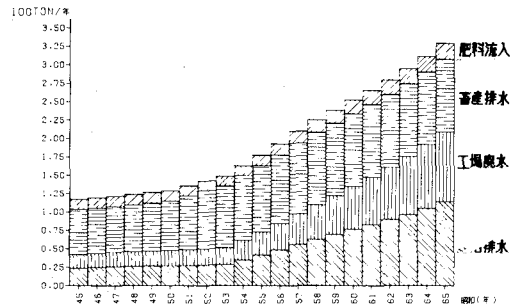


図-4 TP汚濁負荷流入量（社会すう勢）

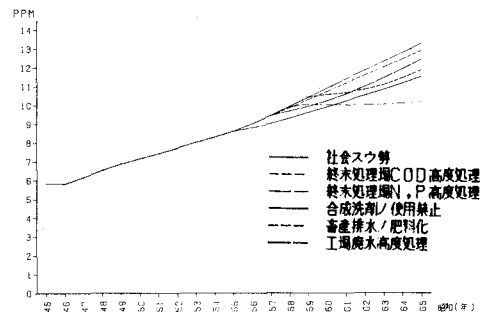


図-5 西浦COD濃度

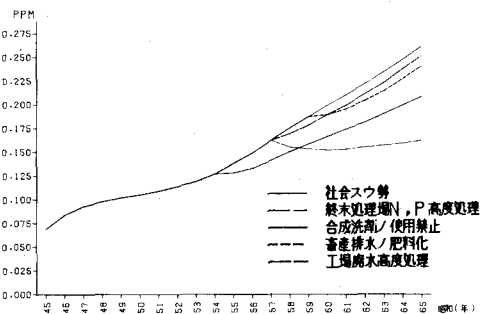


図-6 西浦TP濃度