

本論文の目的は、地域開発の進行に伴って生ずるであろう都市用水に関する諸問題を整理し、将来の浄水技術の方向をもとめようとするものである。

1. 地域開発の傾向

計画的な地域開発は新産業都市計画により脚光をあび、各地に開発計画や都市計画のマスタープランが作成され地域隔差をなくすバラ色の夢が語られた。その後、経済状況の変化やあまりにも非現実的な計画であったため、計画の実現は各地で大巾な後退を余儀なくされている。これ等は民間の工業誘致を中心とした計画であることが根本的な弱点であったため、誘致条件の投資が十分効果をあげていないことが多い。一方、太平洋ベルト地帯、いわゆる東海道メカロポリスには意図せずして自然発生的な開発が進行し、交通の便利さ、消費地に近いことやその他の集積の利益により加速度的な発展を示しつつある。道路等の公共投資の投資効果も大きく、ベルト地帯以外との地域隔差はむしろ増大する傾向すら示している。これ等の裏から、地域計画は反省期に入り、従来の単に生産向上を目的とした一方向な計画より、より多くの因子を考慮した計画へと進みつつある。

生産活動の地域差をみとめ、農業人口の減少、太平洋ベルト地帯への人口集中を認める。いわゆる林ビジョン¹⁾、あるいはその他の都市計画型の国土計画案にみられるように、都市集中は避け得ないとし、都市再開発と周辺地区の整備を行う方向等は一般的な考え方に成長しつつある。人口問題研究所の将来人口の推計にしても、大都市周辺にドーナツ状に人口が拡がっていくという見解をとっている。その他の推計にしても、首都圏においては両関東/都3県において、昭和50年には人口3,000万人以上、60年で3,500万人とするものもあり、第三次産業の集中化の見解は一致しているようである。公共投資にしても、政策的なもの以外はベルト地帯への集中的な投資が効果が高く、今後もこの傾向は続くとみなければならぬだろう。

大都市圏のこのような発展の傾向に対し、水資源が制約のファクターになる可能性は早期に着目され、首都圏においても「利根川フルプラン」や他水系からの引水計画等いくつかの計画が考えられている。東京湾総合開発協議会の報告によっても、1985年には考えられる利根川の開発がすべて完了しても、すでに水資源の不足が生ずるとされている。この場合、他水系からの引水、あるいは下水再利用の増強が必要とされるわけであるが、水量以外にも地域開発の制限因子があるとするれば、問題化する以前に検討をしておかねばならぬだろう。

低開発地域と高密度開発地域とに問題を分け、多くの要素の内、浄水技術に主眼点をおいて検討を進めてみたい。

2 低開発地域における浄水方法

太平洋ベルト地帯より外れた開発計画地域において、用水供給上問題化しているのは、企業進出の遅れによって先行投資の投資効率が悪くなっていることである。新産業都市において、せっかく建設された工業用道は需要がないままに利用率が低下し、採算が悪化している。本問題は多分に政策的な実

もあり、予測の問題でもあるので今回の主題より外れる。しかし、採算性をよくするために、維持管理費あるいは建設費の節減の課題が生れることになる。ポンプの運転費は送水量が決まる以上節約は困難であるので、浄水費に注目されてくる。工業用水道の水源は表流水が多く、低開発地域の河川は常時は清浄なものが多いため、浄水しなくても水質基準に合致し、浄水をするのは年間を通してみれば短期間の降雨時のみになる。年間100日以下の高濁度時にのみ浄水するため施設を設けるのは運転効率が悪く、浄水をする期間が短ければ、運転費が大きくても、建設費の安い浄水施設を考える方が全体とすれば経費が小さくなる可能性が十分ある。従って「簡易な、建設費の少ない浄水方法の開発」という課題が得られる。

低開発地域においても、水質汚濁が浄水に与える影響は工業廃水のみならず、農業構造の変化に伴う汚濁量の増加により問題化しつつある。でんぷん廃液、豚の多頭飼育による集中的な畜舎廃水量の増加は我国の食生活の変化により今後は見過すことはできなくなるであろう。本問題は後述の場合と同様であり、まとめて論じることとする。

3 高開発地域

都市用水の水源となる水系においては、用水量に比較して流量がはるかに大きいのが普通である。農業用水としては、同一水系の水が何回も利用されることもあるが、都市用水は下水となってその河川にもどっても量的に無視されるのが普通である。一水系内における開発が進行すると、都市用水はその水系に依存する率が高くなり、下流に対する下水流出量も大きくなる。都市が個々の機能を失い、大都市の影響圏が広がっていわゆるアーバンスプロールの状態となれば、各個の都市毎の上水道では十分な機能を果たせなくなり広域水道に変わってくる。東京を中心とする首都圏はこれ等の代表的な例であり、供給量の増大と給水区域の拡大は現実に行進しつつあり、さらに上流域からの汚濁に悩まされている。広域の供給計画は別として、これ等の事態が浄水方法にどのような変化をよえるかを予測してみたい。

3-1. 大水量浄水、一水系からの大量取水は大浄水場の出現をもたらし、集中的に浄水を行うことは管理費の軽減に少なからず寄与し、また高度の技術を投入することを許し、我国の浄水技術の向上をもたらしたいえよう。これ等の大浄水場は、小上水道の供給能力が開発の進行につれて不足し統合されるとともにさらに巨大化すると考えてよい。

大浄水場には数多くの問題が存在する。代表的なものに、各種廃水の処分と回収がある。これについては、多くの研究があり本文において述べる必要はない。大浄水場において特に考慮したいことは事故に対する安全性である。地下水等の自己取水の比率は低下する一方で、上水道でも工業用水道でも大巾に都市活動が依存することになり、事故による給水停止が与える影響は非常に大きくなる。交通機関は経済活動に大きな影響を与えるが、用水は生存問題であり、大水道は絶対給水停止を許してはならないのである。二重、三重の安全設備は重要であり、普通の上水道とは考え方を違えなくてはならない。故障に対する安全性は配水池により緩和されているが、都市活動に最少の影響で済むような上水道あるいは浄水場の考え方を確立しなければならない。

3-2 汚濁、多摩川や淀川以外にも水源汚濁に悩まされている水系は増大しつつあり、汚濁防止対

策と同時に用水取得者側でも対応策が必要である。水系の汚濁防止は下水道や工場廃液処理により進められているが、上水道の水源として、下水道の建設のみで汚濁対策は十分かどうか検討を要する。たとえば、印旛沼の報告書³⁾によれば、流域内における現在人口14.6万人、昭和60年人口54.9万人、工業開発予定面積1,015haにおいて、現状では下水道がほとんどないのにもかかわらず大きな汚濁は起っていないが、計画時代の昭和60年においては激しい汚濁が起ることになる。印旛沼は利根川の余剰水を調節して千葉県の東京湾に面する開発地帯に供給する重要な地位を占めるものであり、水質保全のため流域下水道の計画も進められている所である。本報告における汚濁予測の方法は、BOD人口当量50g、雑排水当量35g/人、浄化槽当量4g/人、下水処理場処理水当量7g/人、市街地化人口(処理人口)80%とし、工場排水の汚濁量を仮定して、現状のままの場合、流域の各都市で下水処理を行い他はし尿浄化槽を用いた場合、処理区域は流域下水道として他流域へ処理水を排出した場合の三つの場合について湖沼の汚濁計算を行うものである。これによれば、印旛沼の北部調整池は冬期においても汚濁が少く、西部調整池は過水期において、夏には下水処理を行うと2~4ppmのBODとなり、流域下水道によれば3ppm以下の水質は確保できる。冬期には下水処理のみでは4~9ppm、流域下水道でも2~5ppmの水質となり、水源としては良質とはいえないことになる。本報告は新国際空港が決定する以前の地域計画によるものであり、さらに大きな汚濁量で水質予測を行なわねばならなくなっている。従って流域下水道を早期に着手しなければ、数年以内に上水道水源として不適となり、たとえ完成した時でもある程度汚濁した原水を用いなければならなくなる。取水地は最も汚濁が大きくなる所であり、位置の変更が必要である。

本報告における予測方法は精度の低いものではあるが、地域計画の精度も必ずしも高くないので、計画をシエックし対策を講ずるには十分と思われる。同様の計算を他の流域に適用すると、内陸部が進展してある地域の地表水の傾向をもとめることができる。

神奈川県最大の水源である相模川において下流寒川地奥までの水質を、神奈川県水三次総合計画によって予測する。流域内の諸元は次の通り。(昭和55年)

市街地化面積	4,780ha	下水	145,000m ³ /日
工業用地	2,920 "	工業用水	485,000 "
人口	415,000人	計	630,000 "
市街地人口	90%,	下水処理水BOD	20ppm
家庭汚水処理水BOD量	2.62 t/日		
非市街地家庭汚水BOD量	1.62 "		
工業廃水BOD量			
全量下水処理	9.70 "		
20ppm以下は放流他町処理	7.76 "		
20ppm以下の廃水のBOD量	2.90 "		

上流の相模原市より寒川地奥まで約20kmであるので、生物化学的分解は無視する。寒川地奥における過水量を30m³/secとする。

1) 処理区域内および工業廃水を各都市で処理するとBOD量 14.94 t/日

ii) BOD 20ppm以下の工業廃水は放流他は下水処理, BOD量 12.0t/日

iii) BOD 20ppm以下の工業廃水は放流し他は流域下水道により寒川地奥より下流に放流
BOD量 4.52 t/日

i)におけるBOD 5.77ppm

ii) " " 4.63 "

iii) " " 1.75 "

従って、流域下水道によれば水源が保護できることになる。しかしこれは市街地人口90%とした場合であり、非市街地人口が密度の低い状態でスプロールすることの危険性を示している。

利根川および荒川水系は首都圏における最も重要な水源である。上流における現在人口は埼玉県、栃木県、群馬県を合すると500万人を超えており、昭和55年には680万人、昭和60年には約1,000万人、昭和70年には1,200万人以上と推定されている。昭和60年における南関東/都3県の都市用水需要量を3,500万m³/日と仮定され、利根川水系より得られる水量は農業用水も含めて2,000万m³/日程度であるから昭和60年には完全に利根川は利用されることになる。冬期における利根川の過水量を170万m³/日と仮定し、上流三県の汚水が全部加わるとして自浄作用を無視する。市街地化人口80%とし、同様の計算を昭和60年について行う。非市街地人口の汚濁量は浸透により失われるとし、市街地は下水道が普及したとすると、56t/日のBODが排出され、水質は3.8ppmとなる。他に工業廃水量を加算すれば約4ppmにはなるものと思われる。荒川流域の開墾強度が高いので利根川本川はそれほど悪くはならないと考えられるが、大河川でも安心はできない。

いづれにしても、地域計画を行う場合は必ず汚濁の予測が必要であり、計画時点においては浄水施設もその汚濁に対応したものでなくてはならない。また地域計画も下流の水質の水質も考えに入れたものでなくてはならない。

4. 浄水方法

4-1 建設費の小さい浄水方法、濁度の除去のためには既存の浄水方法以外に全く新しい方式を考えることは困難である。工業用水が目的であるので、薬品沈殿が最もよく用いられ、今後も変わらないと思われる。従って、薬品注入設備の簡易化、あるいは沈殿池の簡易化が最も容易な方法である。沈殿池はコストを下げるため高能率化をめぐり、コンパクトにまとめられる傾向にあるが、コンクリート製であるので基礎工事に大きな投資が行なわれている。剛性のある構造物ではなく、エラストイックな構造にし、地盤に圧力を持たせることにより同容量の池が低コストでできるのではないだろうか。石油タンクと同じ構造、あるいは古い浄水場の練瓦積構造のものがまだ用いられていることから同様のものを考えてもよいのではなかろうか。

構造物に比較して、用地取得は困難であっても用地費の占める率は意外と小さいことが多い。従って人工池により *induced recharge* を行つて除濁を行うのが有利な所があるのではなかろうか。河川敷の利用等により検討すべき予地は十分あると思われる。

4-2 汚濁対策、地域開発により原水水質の汚濁が避け得ないと考えれば、下水の処理程度をさらに上げるか、汚濁した水を浄水することが必要となる。河川の好気性を保ち得る程度 of 下水処理では、河川水の水質は水源としては十分ではなく、下水処理の考え方を変えない限り浄水方法を変更

しなければならぬ。また水資源量の不足により従来は放棄していた水も回収して用いることとなり、下水処理水の工業用水化、河口堰、河口貯水池の利用はそのきざしであろう。

BOD3〜4 ppm以上の原水の使用が今後増加し、工業废水あるいは農業加工水によりさらに汚濁量の大きい水を使うようになれば、本来、多分に清浄な水をさらに浄化する浄水方法と下水処理水の浄水あるいは下水のサニタリ^{サニタリ}中間の浄水方法の開発が必要である。多摩川や淀川で起きている事態がさらに普遍化し、原水は汚濁していくことを想定した浄水施設の計画が必要であり、汚濁対策の施設のスペースを残しておく必要がある。

汚濁された原水の浄水方法は、薬品沈殿、急速ろ過に前塩素処理を行うのが最も普通であり、一部には活性炭がさらに用いられている。その他にも可能性のある処理方式は数多く、オゾンあるいはコロナ放電による酸化、イオン交換等サニタリ^{サニタリ}中間としてあげられているものが適用し得る。これ等の方法は当然浄水費がかかるので汚濁の程度により適用を誤まらないようにしなければならぬし、料金の値上も必要であろう。

浄水方法の開発研究も進めなければならぬが、特に重要なのは各方法の浄水可能限界をもとめ、何年後には次の浄水方法を採用しなければならぬかという見通しであろう。下水処理水を浄水して飲料可能な水にすることは、薬品沈殿急速ろ過と活性炭処理により無機イオン以外は比較的容易に達成できる⁴⁾。しかし、どのような水質になったら次の段階の浄水方法を採用するのは上水道の将来計画には重要であり、地域計画と汚濁防止計画との三者を合せて考えなければならぬ。

5. 結び

人口、産業の大都市圏集中により都市用水は水量問題以外に水質汚濁におびやかされ、単なる下水の簡便処理では良質な原水の確保が困難であることを示した。地域計画において汚濁予測が必要であり、汚濁が浄水方式の限界を越す場合の考え方として、下水のサニタリ^{サニタリ}中間の浄水方法を研究する必要性を述べた。

参考文献

- 1) ビジネス研究会 「20年後の日本」 昭和41年
- 2) 東京湾統合開発協議会 水資源委員会 「首都圏水需要の長期見通し」 昭和41年
- 3) 国土計画協会 「印旛沼周辺地域水質及び排水計画策定調査報告書」 昭和41年
- 4) 東大工学部都市工学科 「昭和40年度 卒業論文修士論文概要集」