

水 資 源 計 画 論

西 川 喬

1 日 本 の 水

日本の平均年間総降水量は約 1600 ~ 1700 mm で、全世界平均の約 2 倍に達し、水資源には恵まれている。ただ、これを人口 1 人当りでみる時は、国土が狭ましく人口密度が高いために、決して豊富とはいえないという説もなされている。たしかに、37 万 km² の国土に 1600 mm 以上の降水量で、6,000 億 m³ を越す降水量があっても、1 億の人口を抱えていては、1 人当りでは約 6,000 m³ で世界の各国に比して決して多いとはいえない。

しかしながら、人口密度の高いこと換言すれば人口圧の問題は、土地資源についても同様なことであって、広大な未利用地があったとしても、利用の可能性がなければ意味はない。水は地域性が更に強く、人口稀薄の地に存在しても、利用の方策がなければ水資源とはなりえない。また、蒸発量の影響を考えるならば、降水量の少ない地域ほどその影響は大きく出るわけで、1600 mm を越す降水量は貴重な天恵資源であって、少なくとも、わが国は全世界の平均を上廻る水資源国といってもよいはずである。

それにもかかわらず、日本の水需給の状況は、決して満足すべきものではなかったし、最近は特にひつ迫が甚だしいといわれている。この理由としては、物理的自然的なものと、歴史的社会的なものとの両者が考えられる。先ず自然的なものとしては、年間総降水量の相当部分が、台風あるいは梅雨期の前線による豪雨によつて一時に降ること、しかもまた、国土が狭隘で地形が急峻なため、自然の状態のままでは、この一時に降る降水量がきわめて短時間の間に洪水となって流出してしまい、陸上に資源の形となって保留されえないということがあげられる。

次に、歴史的社会的な原因としては、日本の経済社会の発展の歩みの中にこれを指摘することができ。る。日本が豊富な水を利用して、水田農業を始めたのは随分昔のことである。一次産業が中心の時代にあつて、日本が水田農業を中心としたことは、土地が狭まいために集約的な農業を行なわなければならなかったこと、水が豊富であつたこと等からして自然の成行であつたが、徳川幕府時代の鎖国政策は、世界先進地域の各国が近代産業革命の歩みを始めた時代に、農業立国の基盤を確立したもので現在の日本の水資源問題を論ずる場合、重大な意味を持っている。明治維新後、新しい近代文明が持ち込まれてきたが、農業立国が確立されていた日本において、その歩みは決して平坦なものではなかった。

これを水部門についてみると、近代的な水利用形態が入ってきたのは先ず発電水利であつた。その発電も、自然流況のまま利用する水路式発電に始まったが、やがてダム建設技術が進歩するにつれて調整式発電へと移っていった。このように、大体において豊富であつた日本の自然の流況を初めて変えたのは水力発電であつた。もちろん、小規模の上水道貯水池（神戸市千刈貯水池等）もあつたが、これは、現在の計画論的な考え方によると、流況を調整し安定化するというよりも、所要水を溜めこんで置く貯水池いわば農業の溜池に近い考え方に基づくものであつた。

このような水力発電が流量調整の主体をなす時代が、ほぼ最近まで続いていたということは、驚くべきであるが事実であった。結局、近代文明が入ってきた明治維新後においても、日本の水利用は農業と水力発電を車の両輪として推移してきた。その理由は、再び前に舞い戻るが、日本が水資源には恵まれていたことによるものに外ならない。すなわち、生活用水は家庭用井戸が主体であって、その後都市が発展してきても、今までのような成長の程度では、都市水道も自然の流況のままの河川水もしくは地下水の利用でおおむね賄えた。工業用水でも同様で、現在のような工業用水道はほとんど存在せず、自家用の専用水源でこと足りていた。それが最近において、近代的な高度国家としての体質改善を目指す急激な経済成長の歩みから、水需給の問題が俄かにクローズアップしてきたのが現状であるということができる。

この状況は、もしオ2次世界戦争がなかったとしたなら、もっと早く生じていたであろう。すでに戦前においても、東京都上水道の小河内ダム計画にみるように、その兆しははっきり見えていたのであるが、その動きは、戦争で一時ストップしたというよりもダウンしたために、現在の勾配が余計きつく、より以上問題視されているわけである。

このような歴史的事実を考えないために、現在の水の危機感は、実態以上に誇大視されているような感じがある。もちろん、水需給の危機は大いに強調されなければならないが、それが絶望感的な見方になってはならず、過去の経緯から生み出されている現在であることを十分認識し、その認識の上に立って適切な対策を急ぐべきであるという危機感でなくてはなるまい。

現実的に日本の水の現状は不足で困っているが、それならば、どの位の水を利用しているかという点、資源量に対してわずか10数%しか利用していないという結果が出てくる実態である。数年前の私の試算では10%そこそこという数字が出てきたが、今ではわずかながら増加したであろう。しかしながら、この利用の主体をなしているのはあくまで農業用水であって、上水道用水、工業用水等近代的な形態の水利用は、農業用水に比したなら微々たるもので、全体の水利用に対して、またその10数%そこそこという割合にしか過ぎない。

次節の水需要の動向において触れるように、今後問題になるのは、都市用水がもつばらの主体であって、農業面積が限定されている以上、そう無茶苦茶な増大は考えられない。一般が問題にしている都市用水が、仮に10倍近くになったとしても、現在が10%そこそこということは、全体の利用量を倍にするに過ぎないということである。

そのような意味で、日本の水の問題は、資源量を問題にするよりも、水の有効な利用方策を論ずべきであって、それには、制度とか資金調達とかの方がより重要な問題であると断言してはばからない。もちろん地域性の強い水のことであるから、局地的には絶対的資源量の不足するところも存在はするが、大局的には、自然流況のままでする水利用という後進の形態、水を空気と同じように考えている今までの一般の認識に対して、これからの水には金がかかるのだという経済的価値判断、これらのことがよい以上の問題である。

更にこれをふえんするというならば、水は天恵のものであるとして独占的形態で利用してきた農業用水との調整、といっても決して農業用水を篡奪するのではなく、水の経済性を関係農民に認識させて必要にして十分以上の水に対しては、無駄な権利を主張させないようなこと等が肝要である。

2 水需要の動向

水資源開発に関する現在の問題意識に対する態度についての考え方を述べたが、適切な対策を確立する計画のオ一步として、これから発生する水需要の動向について考察する。

(1) 農業用水

現在の水利用の大宗を占める農業用水については、従来の形態における水田かんがい用水は、決して人為的に水を消費するものではなく、その純消費量は、土質、地下水位等の自然的条件から決まってくるもので、過剰取水があったとしても、必ずいずれかの地点へ還元してくるものである。純消費量の増加はかんがい面積の増加によるだけである。

ただ、同じ水田面積であっても、使用時期の変動は生じている。特に早植もしくは早期栽培の普及は、従来の農業用水のピーク時を大きく動かしている。一般にこの変動は、地域もしくは流域全体としての使用量を平均化するよい方向に役立っていることが多いが、かんがい始期に関しては、使用時期の一部が、従来は非かんがい期とされていた3月に入ること、問題を生じている点もある。現在までの水計画においては、大体3月までは発電放流期もしくは貯溜期と考えていたが、3月にも農業のための流量確保を考えなければならないような問題が、特に一年作であって早期栽培の普及しつつある東日本には生じている。このような点は、計画段階でケースバイケースで配慮しなければならない。

農業の斜陽化に伴って、従来の形態のままではそう水利用が増加するとは考えられないが、今後の問題としては、農業の構造改善に伴う水使用形態の変化、消費量の増加があげられる。各種の構造改善事業のうち、水に最も密接な関連を持つものは畑地かんがいである。一口に畑地かんがいといっても、田畑転換 陸田、各種の畑作物、果樹園等いろいろのものがあるが、一般的にいて、水田かんがいに比較すると、畑地かんがいの単位当りの水田量は少ない。したがって、既水田が構造改善の一環として田畑輪換等の合理化が行なわれる場合、水の消費量に大差はない（取水量には、施設の改良、用排水系統の変化等によって増減がありうる）が、新規開田、開畑あるいは既耕畑に対する畑地かんがいの場合には、水の新規需要が発生する。

日本の畑地面積は約270万ha、水田面積の約330万haの80%程度であり、その他にも新規開墾可能地面積も残されているが、新規の農業用水需要が発生するには、いずれにしても事業が実施されることが必要であって、その資金調達の可能性からみて、現況に大きく影響を及ぼすような需要増加は考えられない。ちなみに、農業基本法制定前の古い資料ではあるが、農林省の要土地改良調査報告書（昭和35年3月）によれば、要土地改良畑面積は約90万haで、このうち水需要に関連する田畑輪換は約95万ha、畑地かんがいは約26万ha、また未墾地開墾は約117万haで、このうち開田、田畑輪換が約4万ha、畑地かんがいが約2万haで、合計して田畑輪換約13万ha、畑地かんがい約28万ha、総計約41万haで、既存の水田面積に対しては約12%であるから、水需要の増加としては10%程度であろうと考えられる。このほかに酪農に伴う用水増も考えられるがこれもマクロ的にみれば微々たるものであろう。

農業に関しては、負担力の低さから資金調達面に自ずから限界が出てくるが、耕地整理、農道等農業プロパーの事業に要する経費だけでなく、新規の取水を要望するには、水源にも金がかかることを

覚悟しなくてはならない。それが、水はほしい、負担はできないということで、水資源開発計画の円滑な策定を妨げているケースが少なくない。

農業は一般に地許の受益であるので、補償問題にも絡んで、最も優先的な立場にはあるが、妥当な範囲内の経費負担を拒否するのでは、計画そのものが破綻してしまうか、もしくは、計画調整のため施行時期が遅延するという結果を生じ勝ちである。農業の側として、格別には緊急性を持たないからかまわないようなものであるが、日本経済の成長から緊急かくべからざる水資源開発であるからには負担に限界があるならば多くを望まず、既得水利を確保する不特定利水も合わせ実施され、水事情は従前よりも安定するのであるから、既得農業用水内部の合理化によって、できる限りの水を生み出す等の協力を望みたいところである。

(2) 工業用水

工業用水については、近代産業には不可欠と考えられているが、その実態は決して近代的なものではない。急激な経済成長によって、水問題は急にクローズアップされてきたごく最近までは、ほとんど工場側の恣意的使用にまかせられておって、統計資料もなかったような状況である。自己の敷地内に必要に応じてどんどん掘る井戸による過度の地下水汲みあげが、既成大工業地帯における地盤沈下の最大原因であったことは、今や明白になっている。

このように重大な工業用水の実態がどうやら判明したのは、昭和33年次の工業用水統計（昭和35年刊行）が初めてである。しかしこれだけでは、技術的、社会的、経済的に常に動いていっている水利用の変動の過程は判らない。結局、33年を起点として統計的資料がスタートしたということである。したがって、手許にはわずか数年のデータしかないわけで、この乏しいデータをもとにした解析、将来の推計は、精度が著しく落ちていることは否めない。使用原単位、回収率等いずれを取っても、安定した数値は統計的には見られていない。

特に、経済性が直接的に響く工業において、恣意的に使われていた水から金のかかる水への転換は技術革新と相まって、原単位、回収率等に大きな影響を及ぼすであろうことは容易に想像できる。現実には33年の統計によっても、水の豊富なところとそうでないところの回収水使用量の開きは莫大のものである。また、工業生産額当りの原単位についても、33年と37年では大きく低下している。すなわち、工業生産額は約2倍近くまで上昇しているが、淡水の使用量は10数%程度増大しているに過ぎない。そんなことよりも、将来推計に用いる原単位として、工業生産額当りか、生産量当りか、工場敷地面積当りか、工場建坪当りか、どれを取るのかももっとも妥当かもまだ確立されていないような状態である。

一般的にいて、今後水のコストはどんどんあがる一方であろうし、また、水の重要性に目覚めた経営者の努力の成果が現われるのはこれからであるから、工業用水内部における使用の合理化は、急速に前進するものと思われる。現在水問題において、工業用水の危機が一番大きく叫ばれている。もちろん当面する危機を乗り越えるための努力は緊急を要するが、長期的な見通しとしては、工業用水の将来需要想定は、大体においてオーバーエスティメイトではないかと思われる。特に、工業用水の需要は、コストの見合いて変動があるということは、計画を策定するに当たって、しっかり念頭に置いておかねばならない。回収率の向上、海水の使用等は、企業としては、もっとも単純にはコスト

との見合いで決まるものといってもよく、これに更に日進月歩の技術革新を考えると、工業用水の使用形態は、これから大きな変動期であって、現状のような形のままで増大するとはとう底考えられない。水計画部門においても、企業の動向に深い関心を払って置かなければならない所以である。

(3) 上水道用水

上水道用水については、工業用水のように産業界の動向に左右されることなく、着実に伸びてきている。上水道用水の需要増は三つの方向からきている。その才一は生活文明の向上による使用水量の増加である。才二は同じく文化の向上に伴う水道施設の普及で、更に才三として人口の都市集中である。これらの要因は、どれをとっても将来その傾向がダウンするとは考えられず、日本の成長発展によって、ますます拍車がかけられるものと想像される。

後の二者は給水人口の増大であるが、今や水道未設の都市はほとんど無くなっており、農山村においてすらも、簡易水道の形でどんどん普及している。衛生上の見地からも、文化的先進国家においては、これは当然のすう勢であって、これに都市人口の増大が加わって更に水需給のひっ迫をもたらしている。人口の都市集中も、経済成長の過程においては自然の成行で、この人口圧の問題を人為的に喰いとめることは不可能である。もちろん、東京等すでに過大都市の弊害を明瞭に露呈している特定の大都市に集中することには問題があるが、適当な都市を育成することは、農山村の所得格差是正の見地からも是認されなければならない。

単位当り使用量の増加は、個々の家庭の消費文明の向上によるものだけではなく、都市が膨脹するにつれて必然的に増大していく。かつては、大都市でも1人当り1日400ℓどまりであったのが、すでに500ℓを突破し、やがては800～1000ℓにも達するものといわれている。個人の消費量では、水洗便所、電気洗濯機の普及等があげられているが、家庭用の増加は量的にはそんなに莫大なものではない。一般家庭の消費は、現在でも1人当り200ℓに達するのは最大の方で、平均的には100ℓ（5人家族で月15㎡）そこそこであろう。

上水道用水使用量の増大の一番大きな要因は、都市の機能を働かせるために必要な各種の施設に使う水である。ビルを初めとする各種の都市施設で消費される水は、家庭用を遙かに上廻っている。ビル一つにしても、巨大なものは一寸した地方の町並みの数千人の人口を収容しているのであるから当然のことである。そしてビルに出入する人口を考えると、昼間人口は夜間人口の数倍にも達しており、このような規模にまで都市が膨脹すると、従来のように、計画区域内の常住の給水人口1人当りの使用量をもって計画を策定することが疑問となってくる。あらゆる要素を包括的に織り込んだものが現在の単位当り計画給水量であるとされているが、その間、余りにも人口の要素が稀薄になってきたならば、考え方を変えなければならなくなってくるであろう。

工業用水と違って、上水道に関しては上水道統計がずっと古くから刊行されており、統計資料は整備されているが、前述のような問題に対しては、ビルとか学校、病院、工場あるいはリゾート客を収容するホテルとかそれぞれの態様に応じたもう少し細部にわたった水需要の推計が必要であって、東京、大阪等においては、そのような研究がすでに始められている。ちなみに、昭和39年度の東京都上水道の最大使用者は、才1位が東京ガス豊州工場、才2位が病院も含めての東大であって、上位20傑の内訳は、工場が11、大学、病院が2、国鉄駅が2、羽田空港関係2、ホテル1、中央市場

1及び特殊なものとしてオリンピック選手村となっている。また、日本で一番単位当り給水量の大きいのは、熱海、別府等の温泉都市で1人当り2000ℓ以上にも達しているが、これも常住人口に対してリゾート客のウェイトが圧倒的に大きいからである。いずれにしても、上水道用水については、需要の増大は絶対確実であって、現在想定されている各都市の計画は、いずれもアンダーエスティメイトであると断言してよいであろう。

上水道用水は、不特定大多数の住民の生活に直接に結びつくもっとも公共福祉的なものであるが、企業の主体が財政力の低い市町村であるために、施設整備がともすれば遅れ勝ちであって、渇水期でありかつもっとも需要の大きい夏ともなれば、全国どこかの都市で必らず断水騒ぎを起こしているにもかかわらず、なかなかまとまった世論になりにくい。特定大企業をバックにする工業用水の方が、ともすれば声を大きくして叫ばれ勝ちであるが、まことにおかしい話である。上水道用水不足の要因として、当面する水源問題その他にも一つの要素はあるが、資金面特に先行投資的な資金調達に大きな原因があるのが事実である。しかしこのことも、昭和39年の東京都上水道の断水騒ぎで初めて一般の認識が高まってきたような状態では実に心細い次才であって、全国到る処にか弱い市民の忘れられた声があることを、関係者はもっともっと痛切に考えるべきである。

(4) 発 電 用 水

最後に発電用水は、いわゆる狭い意味の利水とはやや性格を異にしており、特に最近、水主火従から火主水従へと発電形態も変化してきており、エネルギー分野におけるウェイトは相対的に低下してきている。片や水の価値がどんどん増大しつつある現状においては、水力発電が水利用を阻害するようなものであってはならず、水利用を第一義とした計画のうちにあって、その水資源開発施設を多目的に有効に利用するための発電として、その存在意義を考えるべきである。計画面においては、揚水発電等もっぱら位置のエネルギーを活用する方式を採用することによって、水資源開発の一翼をなうような方向が今後の形としては適切であって、発電が計画の最先頭に乗り出してくることは好ましいことではない。

3 水 資 源 開 発

水の供給を確保する方策としては、水資源量そのものを増加させることと、資源は与えられた天恵のものとして、これが未利用のまま捨てられているものを利用可能な形とすることの両者がある。一般に開発という言葉は、人工的にものを作る場合には前者の意味に使われるが、天然資源に関しては後者の場合が多く、水資源開発も主として後者の意味に使われている。もちろん前者に類するもの（人工降雨、海水の淡水化等）もなくはないが、主体は後者にある。その方法としては、いわゆるフィジカルな計画も必要であって、このフィジカルな部門については、またそれぞれの部門特に建設部門において、専門的、技術的な解明の問題があるが、これらはまたそれぞれの分野に別途に扱って貰うこととし、本稿では、計画論的に水源対策の考え方、問題点等を論ずることとする。

(1) 人 口 降 雨

水源の方から考えていくと、先ず水資源の一番のものは天恵の降水であるが、これを増加させると、すなわち人工降雨の問題は、気象学の方面で研究が進められているが、なお実験的段階を出てい

ない。いよいよの渇水の非常事態において試みられるならばともかく、量的にみても、当面水資源開発計画にのるようなものではない。

(2) 水 源 涵 養

治山事業の一環として行なわれる水源涵養については、水源山地の理水機能は相当に解明されており、その重要性は十分に認識されている。ただ計画論的に考える時には、水源涵養は、効果の量的把握が困難であり、かつ時間的に即効を期し難い。すなわち、水源涵養は当面する水の需給対策としてではなく、長期的施策として行なわれるべきもので、したがってその事業は、現在の水資源開発におけるような受益者負担の感覚ではなく、国土の保全と開発に寄与する公共事業的感覚で行なわれるべきであろう。最近一部に、水源涵養の効果を定量的に把握し、これを背景として、治山事業の一部に特定利水者の負担金を投入して事業の促進を図ろうというような動きがあるが、主容転倒した考え方であって、何も水需給の逼迫に便乗することなく、治山事業の推進は、国民の福祉に貢献する立派な公共事業として、堂々とその立場を主張すべきである。

(3) ダ ム 貯 溜

水源涵養によって水源地に一時貯溜された水も、やがて河川の表流水として流出してくる。日本の場合、この降水の一時的貯溜が地形的条件で少なく、豊富な降水も供水の形で無効放流となって海に入ってしまうものが多いことはすでに述べた通りである。この無効放流量をできるだけ貯溜して流況を平滑化し、利用可能な水としようというのが、現在の水資源開発の主体をなす基本的な考え方である。

日本の場合、河川事業としては、水利用を考えるよりも洪水処利対策（狭義の治水）が先行していたが、その根本的な考え方は、上流においてはできるだけ流出を遅らす遅滞方式、下流においてはできるだけ早く無害に海へ流してしまう流過方式の二つであった。上流の遅滞方式は即貯溜と結びつくもので、これが治水、利水を総合した計画の多目的ダムへと発展していったのである。ところが水需給の方が比較的安定していたため、この多目的ダムは、もっぱら洪水調節と位置のエネルギーを活用する水力発電の両者を総合したものに向けられていたのがかつての状況であり、また現在でも、後進地域においてはそのような形態が多い。これに優良なダムサイトが喰われてしまったという事実是否めないけれども、なお、ダムによる貯溜が水資源開発の主体をなす状況は、当分は変わらないものと思われる。優良なダムサイトが逐次消化されていく一方では、技術の進歩が新しいダムサイトを提供しており、水の経済性が高くなるにつれて、困難なダムサイトも経済的に成り立つようになってきている。このように、ダムサイトは決して物理的に限定されているものではなく、丁度水力発電において、才1次から才4次までの水力調査で、時代の進展につれて包蔵水力が増大してきているのと同じである。治水、利水両面の時代の要請に応じて、常に新しいダムサイトの発見に意を尽している心掛けが肝要である。

今後のダム建設については、技術的よりもより以上に社会的な面に問題点が多い。計画の調整、資金調達、補償の難行等、一つのダム計画を完遂するにも、技術とは別個の解決すべき問題が山積する状況である。計画の調整に関しては、水利権問題、建設費負担方式の問題と絡んで、行政制度の問題として後にまた触れることとするが、補償問題に関しては、河川、道路、都市計画、住宅等一般の公

共事業全般に通ずる問題であって、今や用地の取得難が社会資本充実の最大の問題点にあげられるような事態となっており、何らかの抜本的な対策の確立が望まれている。

ただ、ダムによる水没は、一般の補償とはまた性格を異にしたところがある。普通の補償問題は、一部の該当者に損失が集中し、その周辺一帯は逆に受益するということから、該当者も割り切れないものが残るのであるが、これがゴネ得というような方向に走るのではなく、例えば区画整理の平行とか受益者相互の共同負担によってアンバランスをなくするような方策が可能であって、当該地方公共団体がしっかりしておれば、このような適切な解決が成立する。しかしダム水没の場合は、この損失と受益の関係がもっと広域的に拡がり、地方公共団体としての1町1村の問題にとどまらず、場合によっては県の手にも余る程の広域的な問題となる。このような広域的な規模の大きい問題を解決するには、当然国の施策として何らかの方策を考えることが必要となってくる。水没者に対する補償として単なる金銭補償に終わることなく、従来と変わらない生活を継続できるような措置を講ずるとともに残存する地域社会に対しても、従前より以上の環境を作り出すような関連地域開発が必要であって、このような補償対策ともなれば、もう水資源開発の企業者の責任範囲を越えているものといってもよく、もちろん、これらの経費を、水のコストにしわ寄せして含ませべきものでもなく、国家的利益をベースに考慮すべきものでなければならない。

ダム建設の技術的問題としては、基礎調査の重要性を挙げることができる。水資源開発計画は、治水と同様異常時に対処しうる施設を平常から準備して置くものであるから、データはできる限り長期のものが把握されておいて、確率的に安全度（供給の確実性）を確保して置くことが必要である。ダムサイトの物理的な問題は、計画の熟度が比較的高くなってからでも十分間に合うが、水に関する統計資料は、できるだけ早くから観測を開始して置くことが望ましく、早過ぎたということはない。

水資源が重要な問題となったのはここ数年であるために、洪水と違って低水に関するデータはきわめて乏しい。水系の基準となるような重要な地点については、相当長期の観測が継続されているが、肝心のダムサイトとなると、ほとんどデータがないのが実状である。水理調査の開始は、早ければ早い程将来の役に立つのであるから、一刻でも早く開始せよといいたい。わが国においては、調査は事業実施の前提という考え方が一般に強く、基礎的な調査そのものが、地許の反対によって難行するケースが最近特に多くなってきたが、無目的でもよいから、統計的な基礎調査を重視する風潮を一般的にかもし出す必要がある。

洪水調節にあっては、貯水池の規模にはある程度以上のものが必要であって、ピークカットというその性格からして、小規模のものをたくさん作っても、決してその和の容量を持つものと同一の効果を発揮することはできない。利水の場合には、ある下流基準地点に対する補給能力は、理論的には何処にあっても1 m³は1 m³の効果を持ち同一である。したがって、小規模のダムでも成立しうるので、それだけ可能なダムサイトも多い。下流における渇水時の谷を埋めるためには、上流に貯水容量をもって貯溜することが先決であるから、その意味では、可能性のあるダムサイトならば、どれを取りあげてもよいわけである。しかしながら、限られた原資のうちからなされる投資の効率性を考えるならば、やはり先ずもっとも効率の高いダムサイトから開発していくべきであって、その効率を知るため

にも、データはできる限り精度をあげるべきである。

更に、下流に対して1㎥は何処にあって同じ1㎥であるけれども、完成した貯水池の効率的運用を考えるならば、水系内の貯水地群の配置が問題となってくる。それには流域内各支川の降水量、流域面積に対する貯水容量（両量相当有効貯水量^{mm}）等が考慮すべき要素として入ってくる。貯水池群の計画的配置、またそれらの効率的総合管理、これは洪水処理においても同じであるが、水資源の高度利用に関しても、今後の問題として解析が進められなければならない。現在建設省では、すでに利根川総合管理事務所を設置し、また北上川にも近く建設する予定となっているが、引続いて管理方式の確立が重要な研究課題となっている。

なお、貴重なダムサイトが水力発電に利用されていることに関しては、水資源の中に占める水力発電の相対的な価値の低下に対処して、再開発を考慮すべき段階に達しているといえることができる。水力発電のイニシャルコストは相当大であって、その償却がまだ完了しきっていないところでは、計算上の経済性では、再開発は勿体ないと思われるかもしれないが、もっとハイオーダーの国家経済的に考えたならば、現時点としては非効率となっている小規模発電所を整理し、新しい時代の要請に応える水資源開発を実施するとともに、発電は現在のエネルギー事情にマッチする揚水式発電を取り入れるといったような方策を真剣に考えなければならない水系がすでに生じているといえる。

（4）湖沼開発（山間部）

人工的ダムによる貯溜と同様の効果を持ちうるのが山間部の湖沼である。わが国における天然湖沼の利用は予想以上であって、ほとんどの湖沼が、その自然の調整能力と位置を活用して水力発電に利用されている。しかしながらその利用方式は、ただ取水口を設け、もっとも効率的な位置のエネルギーを取りうる場所に発電所を設けているだけのものが大部分である。このような利用方式は、表流水について、自然の流況をそのまま利用している後進的な利水形態と同じものであって、貯溜能力を活用する高度の利用形態とはいえない。

湖沼は、その持っている容量からして、自然的な調整能力があるわけであるが、それはあくまで自然のものであって、貯溜の容量に見合う高度の流量調整能力を発揮させるように人工の手を加えることがすなわち、河水利用の高度化と同じように、湖沼利用の高度化であって、このためには、湖沼水位調節施設を新たに設置しなければならない。湖沼水位調節施設といっても、自然の流出口に可動比を設け、水位の上昇、低下すなわち貯溜、放流を人為的、計画的に実施できるようにすることであるが、このような湖沼水位調節施設を持つ湖沼は、琵琶湖、猪苗代湖、十和田湖、諏訪湖等数えるほどしかない。これからの湖沼開発は、すべからくこのような人工的水位調節施設を設けることが先決であって、この場合、ほとんどのものが発電に利用されているから、既設の発電所との調整問題が生ずるであろうが、これもダムにおける再開発と同様の観念で対処し、湖沼利用の高度化を図るべきである。

（5）中流部における貯溜

河川が平地部へ出た中流部以降においては、治水上は一般に流過方式が取られるが、この間一部運搬方式を取るのが遊水池（一部には調節池化したものもある）である。一般に遊水池は、土地利用度の高い平地部において広大な面積を占有しているため、この拡がりを貯水池に利用したらという考え

方が、特に一般の人の感覚の中に多くうまれてくる。しかしながら、遊水池は治水上それだけの容量を必要とし、しかもダムと違って、予備放流の措置も時間的に不可能であるから、この容量を利水のための貯水容量と兼ねて多目的に利用することはできない。非洪水期の冬季の貯溜であれば兼用できるが、日本の場合、現状ではまだ夏季かんがい期の補給が水源対策の中心となっている段階であるのでそれもむずかしい。

結局、遊水池の掘りを利用しようとするれば、必要な治水容量から下に貯水容量を取るしかないが下へ掘る分には、掘れば掘っただけの容量がえられるわけで、コストの問題が解決しさえすれば、遊水池の利用計画は成立する。この土工1㎡当りのコストは、一般にはまだダムの容量1㎡当りのコストよりも高いから、利水単独では成り立たないのが普通であるが、この掘削土を宅地造成、路盤工等に利用することによって、そちらの方面で経費の分担が可能になるような多目的計画とするならば、事業化することが可能である。

例えば、利根川の渡良瀬遊水池は約3500 haの面積をもっており、調節池化工事によって、このうち約2500 haを囲繞堤でかこむこととしているが、この囲繞堤でかこまれた土地のうち、堤防附近を除いて約2000 haを掘削するならば、1㎡で2000万㎡の容量がえられる。深さ5㎡として1億㎡であり、1億㎡の土の経費を一部負担しての受け入れ先きが見つければ、1億㎡の貯水池がうまれることとなる。この貯水池は、水利用によって減水しておれば、それだけ洪水調節能力は増大するわけで、治水上プラスアルファの効果も期待することができる。

なお、将来都市用水の需要が増大してくると、利水のウェイトが農業用水から都市用水に転換してしまい、冬季の補給が問題になるような地域が必ず生じてくるであろう。そのような地域では、夏季補給用としてのダム貯溜と、冬季補給用としての遊水池貯溜との組み合わせで、遊水池をそのまま利用することも考えられないこともない。ただ、冬季そのまま利用する場合には、内水に対する影響が問題で、湛水深にはおのずから限界が出てくるであろう。

河道内貯溜についても、たまにそのような声を聞くが、これも洪水時あるいは内水に与える影響が問題であることは同じであって、また、その容量からして計画的なものを期待することはできない。堰を設けて取水する場合等、堰上流の湛水がいよいよ渇水の危機に際し、アロワブル的な効果を発揮するにとどまるであろう。

平地部の湖沼、いわゆる潟湖に類するものの開発も、その条件は遊水池の利用とほとんど同じである。水位をあげて使うことは、治水上、内水上の問題があって、利用水深はどうしても下へ取らざるをえない。もちろんこの場合にも、湖沼水位調節施設（可動堰というよりも水門の形となるであろう）は設けなければならないから、その計画に当って、合わせて従来の自然流出能力を改善することによって、最高水位を低下させ、湖岸の氾濫を軽減することもできるから、それらとの関連で、下へ取るだけではなく、一部容量を上にも取ることも不可能ではない。要は、人工の手を加えることによって、治水、利水の両面にとってもっとも効率的な水位のコントロールを可能にすることである。

湖沼の場合、下へ容量を取るにしても掘削（底のきわめて浅い皿池の場合は浚渫を含めることもありうる）の必要はないが、その代り一般的に水位低下に伴って漁業補償あるいは湖岸周辺域への各種の補償の問題が生ずる。遊水池を貯水池化する場合、ほとんど周辺域への影響は考えられないが、湖

沼は、自然にそこに存在したことから、有形、無形的に湖岸周辺住民の生活環境に深い結び付きをもっており、この自然環境を人為的に変化させるということは、理屈を抜きにしていろいろなトラブルの因となることが多く、これらの解決が湖沼開発の一つのキープポイントでもある。

霞ヶ浦の場合、利根川の洪水の逆流を防止する目的で、常陸川逆水門の建設を完了しており、これがそのまま湖沼水位調節となるので、新たに霞ヶ浦を貯水池として利用するには、ほとんど施設計画を必要とせず、もっぱら水位コントロール計画を定めて、漁業補償を解決することが事業となってくる。このようなことから、具体的な建設事業に着手するというポイントがないために、計画が確立したのかしないのか何だかはっきりしない中途半端のままに置かれているような状態である。

平地部においての貯溜に、河道区域を離れて別の適地に貯溜する方策がある。東京都上水道の村山山口貯水池がこの代表例であり、各地に散在する農業用の溜池もこれに該当する。この場合には、導水路容量の決定が一番の問題になる。このような計画には、河川の流況、導水路容量、貯水容量、利水量の四者がそれぞれ関連し、どれかが変わるともっとも効率的な組み合わせは変わるが、このうち貯水容量はサイトから物理的に一応決まるものといえてよく、河川の流況は自然的なものであるからどうにもならず、将来人為的に変わるのは利水量である。

村山、山口貯水池の場合、需要量の増大によって、やむをえず貯水量は計画以上に引き出して使ってしまったわけではなくなっているが、導水路容量が押えられているため、貯水池は明いていても多摩川の取水地点では無効放流を生じているという状態を生ずることがある。利水量が増加してきた場合、結局、これを規制するようになるのは導水路容量であるから、導水路容量は余裕をもって大き目に造って置くことが望ましい。

⑥ 河 口

河口附近に本川を横断して堰を設け、塩水の遡上を防止することによって、維持用水を節減して利水に転換させる河口堰は、新しい水資源開発施設として脚光を浴びてきている。利根川河口堰はすでに着工され、引続いて長良川についても実施計画調査の段階に入っている。

河口堰は河川の施設として、いろいろなものの総合された複雑な機能を持っているが、利水面からみると、要約すれば淡水と塩水の世界に境界を作ることには重要な意義を持っている。水資源開発計画としては、利根川の場合は、上流ダム群で確保される $50 \text{ m}^3/\text{sec}$ の維持用水の一部の転換、長良川の場合は、現在は塩水と混交して海へ入っている約 $30 \text{ m}^3/\text{sec}$ の自流水の活用と、計画論的には内容の差異があるが、淡水を最末端で塩水と縁を切り、利用可能な形とする基本的な考え方には変わりはない。

上流ダム群で維持用水の確保を図っている利根川、自流水に余裕のある長良川のように、どこかの河川でも河口堰を設ければ新規利水量がえられるかというと、計画論的には、必ずしもそうはいい切れない。特定利水者の建設費負担金制度を取っている現在の制度の下にあっては、河口堰の建設時に利水者負担金をいれることが、計画論的には困難な場合が多いのではないと思われる。河川の最下流端には、農業の残水等も集まって相当の水があることは予想されるところであるが、感潮区域ともなっていて、測定不能となっている。量的に不明確であるために計画論にものってこないが、淡水と塩水の縁を切ることが、すなわちこのような未確認量の水の利用をも可能にするわけで、水の経済性が高

まってきたる現在、流水の正常な機能の維持という観点から、水資源開発計画を離れても河口堰を建設することが考えられなくてはならない。いわば、利水受益者のペイバックは将来のこととして、河川事業として又は先行投資的に河口堰を建設しようという提案であるが、まだそこまでの認識は生れてきていない。

河口堰として建設されたものではないが、江戸川の篠崎水門並びに行徳可動堰、淀川の長柄可動堰等は、河川事業で建設された河口堰と同じ型式のものである。江戸川については、篠崎水門の閉鎖が可能となった暁には、何らかのプラスが考えられる。現在でも金町浄水場が超過取水をしていることは公然の秘密となっているが、篠崎水門の閉鎖によって、当然可動堰の形態としての残水利用が検討されることとなるであろう。長柄可動堰は、大川（旧淀川）の浄化用水導入のために設けられたものであるが、 $885 \text{ m}^3/\text{sec}$ という大量の浄化用水が、既得水利として確定しているためプラスアルファの余裕はない。しかしこの $885 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水が、淀川水系の利水の安全弁的機能を果たしていることも事実で、可動堰を設けずに自然流入の形としておったのでは、塩水との混合で必ずしも安全弁とはならなかったであろう。

また、相模川において呉瀬ダム、城山ダムは計画論にのって新規利水量をそれぞれ決定したが、下流の寒川取水地点に取水堰を設けた結果、更に数 m^3/sec の残留水があることが明らかになり、これを新規利水に取り入れて、相模川の水の徹底的な高度利用を図ることとした。これも河口堰の意義を物語る一つの実例である。これでもわかるように、ダム貯溜は洪水の高度利用の面が多いのに対して、河口堰は低水の高度利用を図るものともいえる。なお、利根川の河口堰においても、現計画の $20 \text{ m}^3/\text{sec}$ は、必ずしも固定したものとは考えておらず、建設後の状況を判断して更に新たな利水を増加することは、念頭に置かれているのである。

㊦ 河 口 湖

河口堰は、淡水と塩水を分離し、最末端で低水を補えようとしているが、洪水を捕まえることはできない。大量の洪水を最後に捕捉するには、河道区域内では無理であって、河口湖は、河川区域を離れて海の中へ入って、無効放流となる洪水を最後に捕まえようというものである。河口湖は構想としては結構であるが、現実的にはまだまだ未解決の問題が残されている。そのうち一番大きなものは、やはり浸透塩水の問題であろう。現在、千葉県の小櫃川河口でモデル実験が行なわれているが、この実験の結果を直ちに実際のものに当てはめてよいか疑問である。その他、水質の問題もあり、 -5 m とか 10 m とかの深さまでの容量を全部有効両量として取りうるかどうか、計画の段階において未知の問題が多過ぎる。やはり実際に事業化するに当たっては、その辺のところにアロワブルを置いて、控え目な計画にする方がよいのではないかと思われる。

施設計画としては、単独で建設するのは、いくら需要地に近いといっても相当のコスト高になるはずであって、やはり埋立浚渫との総合計画で実施しなければならぬまい。一応仮定に基づく計算によると、浸透塩害を防除するのに、巾 $7 \sim 800 \text{ m}$ に及ぶ土地があればよいという結がえられるそうであるが、この巾は、単に浸透に対して必要な巾だけとして決まるのではなく、この上に降る雨水の浸透による浸透も計算に入れて、外からの海水の浸透を押えるバランスから出てくる巾だそうで、そうになると、この上を工場敷地等に利用することはできないわけで、簡単に埋立との合併施行でよいと結論づ

けるわけにもいかない。その他、河口そのものを締め切る型では、水門の規模を治水上悪影響を及ぼさないよう決めなければならない、また、河口外の海面に設けて導水する型では、平地部の治池等と同様導水路の規模をどのくらいにするかが重要な問題となる。

いずれにしても、最初のケースとしての河口湖は、未知の問題が多く、その程度は河口堰の比ではないので、現実に実施するとしても、最初から過大のものとはせず、小規模のものから初めて、実物実験により不明の問題を逐次解明していった発展させるといった態度が必要である。

(8) その他の方策

(イ) 農業用水の合理化

水需要の増大に伴って、既得水利の大宗を占める農業用の過剰取水を云々するものが多いが、ただ単に計算上の必要水量と取水量の差をとって、これを無駄使いと称するのは必ずしも当てはまらない。農業用水の秩序は、昔からの長い歴史の積みあげの間に、自然発生的に生れてきたものがやがて慣習的に固定化したもので、その背景には、農民の長い期間の苦しい体験があり、理屈を超越している。

長い経験からみられた渇水期に対する危機感が過剰の水利権を主張させていることもあるが、農業用水にとっては、人為的な無駄使いということではなく、過剰取水分は必ずどこかへ還元して出てくる。農民の血と汗の既得水利を掠奪しようというような考え方で摩擦を生じて難行するよりも、現在の形のままであるならば、その残水を把握し、これを利用することを考える方がずっと早い。東京都上水道の緊急対策とした実施した中川・江戸川緊急水利にこの好例である。

過剰取水のもう一つの要素は、農業用水施設と関連している。量だけではなく水位の問題もあって現状の施設のままであれば、どうしても現在取水しているだけの量を取らなければ、農業用水本来の目的を満足しえない場合が多い。このようなケースに対しては、用水施設の合理化が取水部減の前提となる。このような事業を行なわず、無手勝流で水をえようとするのは、新規利水者の横暴ともいえるであろう。この事業に要する費用は、当然原因者である新規利水者が負担すべきで、河川の中に水源対策を実施するにも経費を要するわけであるから、農業用水の合理化によるかどうかは、単純に水コストの多少の問題で論ぜられるはずで、そのイニシアチブは新規利水者の側にある。

かつての農民は、保守固陋の代表のようにいわれていたが、最近では決してそんなことはなく、社会経済情勢の進展の中に入っていて、自分達の立場を守ろうという意識に眼覚めてきており、変化に変わる適切な対策を提供しさえすれば、これを機会に前進しようとしている。農業用水の合理化についても、合わせてその他の農業構造改善事業が行なわれ、近代化が実現するならば、喜んで応じてくるであろう。農業用水の合理化についての問題は、農民からいわせれば後から割り込んできたという新規利水者の方の側のイージーな考え方の方により問題があるように思われる。

(ロ) 還元水の利用

下水処理水の還元利用はすでに軌道にのってきており、東京都では、工業用水道として三河島、砂町両処分場の処理水の給水を開始しており、また、大阪、名古屋でも事業化され工業中である。水質の点から工業用水にしか使えないが、工業用水道管が新たに布設されるのを機会に、雑用水はできる限りこれに切り換えるようなことを合わせ考えるならば、一番大切な上水道用水の確保の一助とも

なるであろう。東京都工業用水道では、消火栓を併設したが、工場内においても、水洗便所や何かは切り換えた方が、工場側としても高い水道の水を使うよりもずっと有利なはずである。

(イ) 回収水（循環使用）

工場内の循環使用も、広い意味においては一つの水源対策である。これは先に「水需要の動向」でも述べた通り、純粹にコストの問題として割り切ることでもあるはずである。ただ、回収水の使用は企業者の側の意志一つで、水資源開発の計画にはのってこないところが弱いところであるが、行政指導の努力は、水の高度利用の一環として続けられるべきである。

工場内の循環使用と同様の性格のものに、ビルの冷却用水がある。これは、地盤沈下に対する地下水の過剰汲みあげ規制の一環として法制化されて、クーリングタワーシステムへの転換が進められ、また、新しいビルは皆この方式によっているので、大きく前進したものといつてよい。

(ロ) 海水の利用

海水の淡水化はすでに実用の段階に入っている。しかしこれは絶対に淡水源のえられないところの局地的なものであって、なお、天然の降水量に残量のあるところでは、コスト的には大刀打ちできない。日本においても、水資源の絶対量からみて、近い将来において海水の淡水化施設が必要になるとは考えられない。

それよりも、日本は四面海に囲まれた島国であつて、海水は周囲に無限にあるのだから、海水をそのまま利用すること、主として工業用の冷却用水であるが、この方策がもっともっと進められるべきであろう。

4 水の高度利用に関する問題点

前節で水資源開発、といっても狭義の水源対策としての各種の方策について概括し、また問題点を述べたが、水の高度利用に関しては、水源に対する計画論だけでなく、制度上その他でも各種の問題点があつて、実質的に水資源開発促進を阻害している点もあるので、最後に、これらの問題点に触れて置くこととする。ただ、これらは相互に絡みあい、非常にデリケートな点もあるので、本稿には項目だけをあげて置くこととする。

