

特集

今日の水資源問題を考える

水問題の課題とその展望

Water-based Problems in Japan and Future Prospects

岩佐義朗*

Yoshiaki Iwasa

はじめに——水と水資源——

本紙はエネルギー・資源研究会の機関紙であるから、当然水（自然水）も水資源という立場から眺めるように望まれていよう。ところが、わが国では水と水資源との区別は極めて曖昧である。というよりもむしろ、水は常に水資源であると理解されている向きがある。資源とはふつう、われわれの健康にして豊かな生活の維持とその向上のために利用されるものであり、水が水資源といわれるときには、当然水とわれわれとの間の多くの関係が含まれなければならない。ところが、後に述べるように、水とわれわれとの関係は地球上の各地でさまざまな形であらわれ、同じ日本のなかでも地域によってその問題は異ってくる。

しかし、わが国で水資源問題といえは水の利用に関連する諸問題をさすことがふつうである。これは、明治以降の近代化政策の進展、とくに戦後の飛躍的な発展の時代の水利用は常に水資源開発と表裏一体をなしていたからである。わが国では社会や制度が安定しているから、昔からのものがそのまま現在まで引きつがれ、新しい需要や必要性はその都度新しい技術的、制度的開発によって満たされなければならなかった。具体的にいえば、豊葦原の瑞穂の国以来の農業用水はあまり変更されることなく、近代的利用の多くを占める工業用水や都市用水は貯水池の築造などの土木技術的手段、配分計画の合理化という数理計画的手段、あるいは制度の手直しなどによって生み出されてきたのである。

しかし、水資源といえはふつうには水の利用以外の保全も含むし、とくに漢字の宗家である中国では水利を water conservancy と訳し、治水と農業水利（現在の中国では農業用水問題が極めて重要であることによる）とを合わせたものであり、わが国でよく用う

水利という言葉はない。このような事情を考え、ここではあいまいながら広く水問題という言葉を使わせて頂くことにした。

水問題とは何か

いつの時代でもわれわれが健康であり、豊かな生活を維持し発展させるためには、地表面の構成要素である大地、水、大気を十分に保全し、その健全な開発と利用を図らなければならない。このことはとくに、環境保全や資源保護が世界の各地で大きな話題となった今日では、すべての人びとの理解と共感とをうるものである。

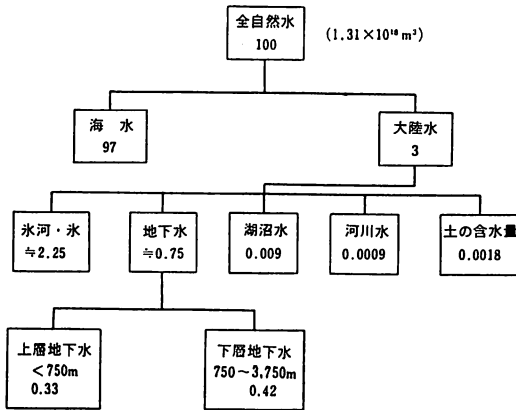
ところで、大気はいわば無限に存在し、構成要素としての重要度や有難味をまったく自覚しえないのに対して、大地と水とは極めて限られたものであり、常にわれわれの紛争の種となるものである。なるほど、世界地図を拵げてみれば、水域が大半であるが、それは海水であって、いわゆる未来資源¹⁾として分類されるものである。表1からもわかるように、われわれがふつう水資源として利用しうる水は、淡水中のごくわずかの河川や湖沼の水、さらには地下水の一部に過ぎない。このわずかの水でも地域的かつ季節的に均等に分布され、配分されていけば、われわれの不満もある程度解消され、水争いも減ると考えられる。水争いや水問題の本質は、水の地域や季節的な分布と配分にもとづくものである。

これに加えて、水問題を加速し、複雑多様にするものがいわゆる水質（ここでいう水質とは広い概念であって、行政的かつ技術的な各種化学的指標に対する数値の全体ではない）である。われわれが用う水の定義は単なる化学的成分としての水だけではなく、各種の溶存化学物質、浮流物ならびに多様な動植物相をも含めたものである。したがって、水とはその量と質の両面から論じられなければならないと同時に、水のなかには必ずしも水資源になり得ないものも地球上、とくに

* 京都大学教授、工学部土木工学教室

〒606 京都市左京区吉田本町

表1 地球上の水の分布 (Barry, 1969)



大陸内部には大量に存在することも知っておかなければならない。

最後に理解すべきことは、水の利用は反復利用のカスケード・システムであるということである。これは、水が重力の作用を受けて流域内を高いところから低いところへと流れる間に可能な限り何度も利用されうることを述べている。しかし一度、水質が汚濁されれば、その改善が行われな限りもはや利用されえなくなる。これが、昨今の水質汚濁に関連した水問題である。

幸いにして、日本には年間 1,820 mm、世界平均の 2 倍という降水量があり、これが 6,700 億 m³ に及ぶ水の供給源となっている。しかし、その水も融雪期、梅雨期、秋雨・台風期に集中し、また国内でも多雨地域、少雨地域が広がっていることも先刻承知のことでもある。

一方、われわれの水資源に対する需要、要求も一樣ではない。人口稠密で各種の生産活動の盛んなところでは、当然のことながら都市（生活）用水、工業用水の需給関係も緊縛し、と同時に時代の進展とともにその緊縛度も変ってくる。現在の予測によれば、昭和 65 年において、関東臨海地域で年間 6.9 億 m³、近畿臨海で 1.1 億 m³、北九州で 1.0 億 m³ の計 9 億 m³ の水不足²⁾があるとされている。

以上は、水量・水質の両面から取り扱われるべき水の需要・供給には地域的にも季節的にも変動があり、それが水問題の本質であることを述べたものである。しかし一方、このような水問題の本質がわれわれ日本人の民族として誇るべき生活、習慣、風俗、文化を育て上げてくれたことも事実である。われわれがここに思いをいたし、複雑多様な水問題を英知と努力によって解決し、将来におけるより一層の発展の基礎とすべきである。

水問題の課題

これまでの記述を記号的に表現すれば、次のようである³⁾。

$$S \begin{pmatrix} L \\ T \\ Q \end{pmatrix} \rightarrow S^* \begin{pmatrix} L^* \\ T^* \\ Q^* \end{pmatrix}$$

ここに、 S は自然水の分布マトリックスであり、位置 L (ふつうには x_i, y_i, z_i) 時間 T^* 及び水量・水質 Q によって定められ、また S^* はわれわれの必要とする水資源の分布で、同様に位置 L^* 、時間 T^* 及び水量・水質 Q^* の関数である。

ところで、水問題の課題とは S から S^* への変換過程にもなって生ずるさまざまなものである。そのなかには、技術的なもののみならず、流域や地域あるいは国家間の生活、習慣、風俗、文化、社会、環境などの違いに根ざす法律・制度的、政治的な争い、制約条件が含まれており、技術的な課題よりもこうした社会的課題の方がずっと重要である。琵琶湖・淀川下流域の水資源開発がわが国での代表例であり、最近における外国の例として、日本では全く報じられていないパラナ河（ラプラタ河）のイタイプ発電所建設にかかわるブラジル・アルゼンチンの紛争がある。

($S \rightarrow S^*$) の技術的な変換過程についてもいろいろの観点があるが、ふつうは流域や地域間にかかわる比較的对象やスケールの大きい課題と ($S \rightarrow S^*$) を直接的に取り扱う純技術的な課題とに分けられる。水問題といえは前者を指し、後に詳しく論ずる。

後者の純技術的課題は水配分、すなわち水資源の需給関係を土木技術手段によって改善しようとするものであり、水資源開発と分類されるものである。これはいわゆる水資源の近代的配分といわれるもので、その一つは多目的利用であり、わが国においても戦後の水資源開発の主流をなしている。ところが最近になって、貯水池内での水質に問題があらわれ、冷水のみの選択取水、濁水の長期化及び富栄養化と赤潮発生という新しい研究課題が登場することとなった。いま一つのさらに進んだ配分法は流域総合水管理である。これは、流域という容器内での水を入力、変換、貯留、出力という形で制御、管理しようとするものであり、水文水理現象がモデル化された後に実現しえよう。しかし、現実には実用化されておらず、21 世紀における水問題の中心となる。

わが国では、降水量の 80% が地表水となって河川を

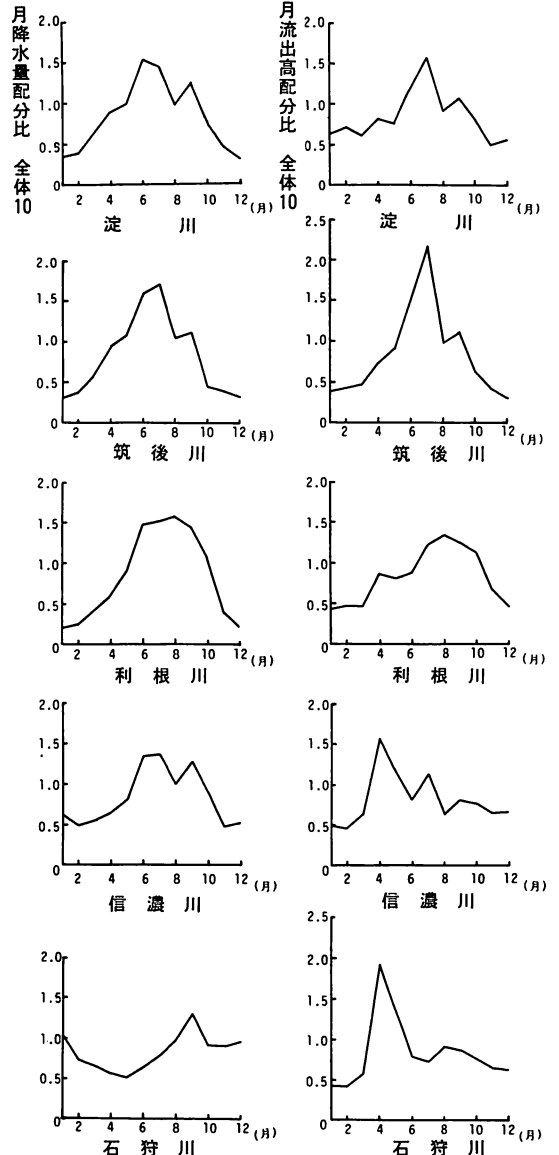
流れるから、表1の分布と全く異なり、われわれの河川水に対する技術的、行政的配慮が(S→S*)の変換に対する第一の課題となる。一方、その地域的、季節的分布も均一でなく、それが水問題の本質であることはすでに述べたが、図-1に示すようにわが国では4～5種類の地域的特性⁴⁾がある。と同時に、季節的な変化もうかがい知ることができる。

季節的な変化の水問題に与える影響について、いまま少し詳しく説明を加えよう。図にみられる1(水文)年にわたる変化(絶対値ではない)は流域の風土や気候的特徴によってほぼ定っており、そのなかで洪水や渇水が種々のスケールで現れる。われわれの生活が原始的で、社会の広がりも極めて小さかった時代(現在でも、世界の多くはこの程度にすぎない)には、年ごとに繰り返す洪水や渇水に対応するだけで精いっぱいであつたらうし、またそれだけしかできなかつたらう。洪水や渇水に対し少しでも対応策が講じられ、利用法を考えついた地域が、今日に残る歴史上の文明地域に外ならない。

しかし、極めて緩慢であっても社会が進歩するにつれ、われわれの生活は自然との斗争、妥協、共存といった言葉で表わすだけでは満足しえなくなり、われわれ自身がより積極的に洪水や渇水の度合を予測し、評価し、その結果を社会の発展のために還元しなければならなくなった。これが現在にみられる治水政策、利水政策の起源であり、われわれの長い歴史のなかで、次第にその体系を整え、今日の形となってきたのである。

ところが第2次世界大戦後、われわれの生産活動や社会経済活動は極めて大きくなると同時に多方面にわたり、とくに第1世界ではそのスケールや意義が飛躍的に増大し今日に至っている。と同時に、治水・利水政策にもとづく河川事業は自然環境を大きく変えることにもなったし、一方ではわれわれの生活水準の向上はよりよい環境の保全と創造を求めることにもなり、ここに治水、利水に加えて環境保全という第3の目標が水問題に登場してきた。

治水、利水及び環境保全という3目標はそれぞれ性質が異なり、一緒にまとめ上げることはできない。たとえば、治水政策は1水文年の最も大きな流量(極値)の毎年の変化を技術的な対象とするし、また利水政策の基本は逆の最小流量近くの値を対象としている。一方、その中間が日頃見なれている河川の姿を示すものであり、環境保全と改善のもととなる。したがって、政策にもとづいて実施される事業の内容も当然異なり、



*この図は1水文年における月別降水量、流出高配分比を全体を10として示したもので、数字は絶対値ではない

図-1 地域による月別降水量、流出高配分比

結局、治水、利水及び環境保全という性質の異なる3目標を座標軸とした空間内での最適方向を探ることが水問題の課題となる。

わが国における水問題の変遷

わが国における水問題は、長らく治水と農業用水に代表される利水とであった。これは、近代化の見本を西欧やアメリカに求めた明治以降から今日までも広く通用されるものである。と同時に、世界の多くの国々にも同じようである。しかし、われわれが近代化政

策に成功し、社会経済の発展をもたらすようになると、治水政策に新しく工業用水、都市用水（生活用水）、また発電用水という概念を入れる必要性がおこってきた。

既存の社会的秩序のなかに、新しい問題、とくに地域的にも季節的にも偏在している水資源の配分問題をもち込むためには、何らかの法律・制度的手段や新しい技術開発を行う必要がある。とくに、わが国では政治的基盤の変化が少ないため、明治以前から慣習的に使用されてきた水利用の権利（農業用水である）はいまも引き継がれているため、近代的な水利権制度を確立することは容易ではなく、どうしても多様な技術的手段を開発する必要がある。

その具体的な現われがダムの建設による多目的貯水池の築造である。すでに、戦前からこの事業は行われていたが、実際に完成し、また現代的な意義が明らかになったのは戦後である。洪水調節、各種用水の補給、レクリエーションなど性質の異なる各種の目的の達成のため、貯水池が管理、運営されることとなったのである。ところが、ダムが建設される場所は山間部であり（また、現在流域中流部の洪水調節池を貯水池化し、用水補給を行う事業も開始されたが、なお一般的ではない）、需要地域は主として下流の都市部であるため、これらの両地域での社会生活、産業活動などで利害が相反するのが通常である。その代表例がさきに述べた琵琶湖・淀川下流域であり、また関東の利根川上流域・東京圏である。したがって、水資源の適正開発、適正利用が問われるとともに、水資源という面からみた流域・地域の構造という過密・過疎・格差・環境という現代ならびに未来がかかえる根幹的な課題も水問題の一部として登場してくる。と同時に、貯水池内での水質に関する新しい技術課題も、すでに述べたように、さけて通れなくなってきた。

う余曲折した道をたどりながらも、今日の繁栄を築いたわれわれは、一方において日常生活の質的・量的満足を、また他方資源、エネルギーの適切な保全と利用を図らなければならないことに気がつき始めた。こうして、環境の保全あるいはよりよい環境の創造を求めようとする動きが起ってきたが、けだし当然ということができよう。河川やその周辺における環境についても同じことであって、河川のもつ潜在的な機能を引き出し、その自然ならびに社会的な意義を明らかにしようとする機運が全国各地に高まってきている。

以上に述べたように、わが国における水問題も治水と農業水利（中国でいう水利）から始まり、新しい水

需要を満たすための利水、さらには環境保全というように、われわれの社会経済的進歩とともに次第にその枠組が広がっていった。現在では、これら3種の性質の異なる目標が共存しており、その最適化を求める方向に水問題の解決策があることは何度も述べた。もともと、水問題は地域性と季節性によって特徴づけられるから、最適化の方向を見出すことは容易ではない。しかしなお、わが国では治水政策が第一義的に重要であることはここ数十年は変ることにはなからう。

具体的な政策の現われ

本論の最後として、治水、利水及び環境保全政策の具体的な現われを現在すすめられている事業との関連において示し、今後の展望としたい。

1. 総合治水政策

古代より近代に至るまで、治水事業では積極的に築堤を、消極的には低湿地を洪水遊水池とする工事を延々と続けてきた。明治以降の近代化の過程においても同様であって、新しい洪水制御手段としての貯水池や治山事業による流出抑制などの土木技術的手段が大々的にすすめられてきたに過ぎない。しかし、第2次世界大戦後のわが国の繁栄は社会生活、経済活動、生産手段に大変革をもたらし、その結果、過密・過疎、急激な都市化がおこり、治水政策にもとづく土木施設の整備が立ち遅れたのみならず、実施もむずかしくなり、極めて長年月にわたってすすめてきた治水安全度の向上はおろか、著しく低下する地域が全国的に拡がるようになった。

このため、治水政策の原点に立ち戻って、洪水とわれわれとの関係を法律・制度、社会、土地利用、土木施設といった面から広く取り扱うようになった。これが現在、総合治水政策²⁾といわれ、大都市とその周辺の中小河川流域の整備に適用され、従来同様に河川事業を積極的に推進するのみならず、流域の適正な保水・遊水機能の維持、確保などに関する流域整備計画の策定、適正な土地利用及び緊急時の水防避難等に資するための洪水浸水の実績公表などを流域住民の理解と協力とによって実施しようとするものである。

実施後なお日が浅いため、その成果の評価を現在では下すことはできない。しかし、わが国で現在から将来に向けて起りうる社会経済的変革に対応しうる新しい治水政策が導入されたことは大いに意義のあるところである。

2. 総合的水資源対策⁶⁾

水需給の健全な発展の基本となる水資源開発事業は長期的な展望にたつて図らなければならないし、事実そのように行われてきた。しかし、現実はいよりに厳しく昭和52,53年の全国的な渇水は大都市域の渇水に対する脆弱性を露呈するとともに、大きな社会問題にもなった。これは($S \rightarrow S^*$)の変換過程がうまくいかなかったといえればそれまでであるが、多くの要因が内在しており、それが変換過程の主要部分となっているからである。

このため、総合的な水資源対策をより積極的に推進すべく、地域特性に適合した水資源開発の推進、貯水池の包蔵するエネルギーを適正に利用した水資源開発、貯水池機能の保全、水源地域対策の施業の拡充強化、ダム建設執行体制の合理化を挙げ、その実施に努めようとしている。なお、今後にかかわる問題として、ダム等による水資源開発の推進、水資源の適正利用、水資源からみた望ましい地域のあり方、計画推進のための財政的諸問題を示している。

3. 河川環境の管理⁷⁾

われわれの自然環境の保全及び社会環境の改善の望みが河川に適用されるとき、河川の水とそれを取りまく空間のさまざまな問題を解決してはじめて、河川環境の実が上がる。近年、都市化の進展、土地利用の高度化によってこの種の要望や期待は極めて大きい。

河川水の環境的性質は水量と水質 Q によって示されるが、前者は流域におけるわれわれの活動の規模を与え、また後者は活動の性質やその結果を表わす。したがって、これらの両者を別々に取り扱えないのである。しかも、水は流域内でカスケード・システムを作り、反覆利用されるが、水質は一度汚濁されれば容易にもとへ戻らないから、極言すれば水資源利用は水質管理であるということになる。

河川はふつう大きな空間、とくに年に1~2度しか流れないような高水敷をもっている。これは、もともと治水安全度の一つの尺度として先人が残した遺産ではあるが、ある種の自然的空間が残されていることも事実である。現代のように、都市化が拡大され、河川空間がレクリエーションなどのための広場として利用することが望まれるようになると、その好ましい利用法についても十分な研究、討議がすすめられなければならない。東京では多摩川が、また京阪地域では三川合流以後の淀川が河川公園として整備され、都市住民に憩いの場を与えている。さらに今後は、三川合流前の

淀川本川(宇治川)、木津川及び桂川にも延長し、多様な要望と目的を担った公園が実現することであろう。

おわりに

水問題の課題とその展望という表題のもとで、エネルギー・資源問題研究者に水(資源)にまつわる諸問題を紹介することであった。筆者の想像するところ、水のもつ資源的かつ環境的側面をわかりやすく解説するのが編輯の意図であったろう。しかし、何度か述べたように、わが国では水と水資源の意義、内容が外国のそれと異なること、水問題は性質の異なる治水、利水及び環境保全という3目標の最適方向を地域的かつ季節的に求めることが本質である。したがって、ここではこれらを含めた形で述べることになった。しかし、筆者の意図するところも理解して頂けることと考えている。強いて補足すれば、水問題の今後は従来の事業志向型から問題志向型へと大きく変わっていくことであろう。もちろん、これは時代の流れであると同時にわれわれの願望、意図、慾望を達成するための方法論の展開でもあるからである。

最後に、この小論に先立ち、日本林業技術協会紙「林業技術」8月号にはほぼ同様の論説を紹介した。題目も殆んど同じであるため、やむを得ないが内容もよく似たものとなり、若干の補足を加えたものとしている。ここにお断わりを述べて、筆をおかせて頂きたい。

参考文献

- 1) ASTM; Manual on Water, ASTM Special Technical Publication No. 442, Third edition, 1969
- 2) 国土庁; 日本の水, 限りある水資源
- 3) Buras, N.; Scientific Allocation of Water Resources, Chapter 3 Problems in Water Resources Engineering, American Elsevier, New York, 1972
- 4) 岩佐義朗; 諸外国における水資源問題の課題と展望, 水資源問題懇談会シリーズ3, 国土開発技術研究センター, 1982. 1
- 5) 建設省河川審議会; 総合的な治水対策の推進方策についての中間答申, 第33回河川審議会総会, 1977. 6
- 6) 建設省水資源問題懇談会; 水資源開発の推進について(中間提言), 1980. 11
- 7) 建設省河川審議会; 河川環境管理のあり方についての答申, 第40回河川審議会総会, 1981. 12