

首都圏の人口急増に対応した水資源確保 にかかわる水政策形成の分析

福田晴耕¹・藤田光一²・長野幸司³・小路剛志⁴

¹正会員 (社) 中部建設協会 (〒460-8575 愛知県名古屋市中区丸の内3-5-10)

E-mail: s.fukuda@cck.or.jp (元 国土交通省国土技術政策総合研究所 環境研究部長)

²正会員 国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室長 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail: fujita-k85ab@nilim.go.jp

³正会員 国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室 主任研究官

E-mail: nagano-k2up@nilim.go.jp

⁴正会員 国土交通省中国地方整備局斐伊川・神戸川総合開発工事事務所 調査設計第一課長 (〒693-0015 島根県出雲市大津朝倉3-5-3)

E-mail: oro-t8810@cgr.mlit.go.jp (元 国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室 研究官)

我が国の首都圏河川流域では、高度成長期を中心に顕著な人口増加と都市域の拡大が起こり、治水・利水・環境上の課題の克服のため、様々な水政策が組み合わされ実行された。この知見を他国などに適用する場合、政策適用事例が持つ普遍性、共通性、個別性を分析し、事例や経験を「知」に変換することが必要である。この認識に基づき、「外力」である人口急増と都市用水の需要増の実態、外力により生じた渇水事象、政策推進の駆動力に関係する住民の渇水問題への認知度、1930年代からの各種水政策の適用変遷と相互関係、関連要因としての地盤沈下と水質汚濁への対応および利根川の流量減少について整理し、これらを俯瞰的に分析して、水政策の適用の仕組みを客観的に検討する上で有用な知見を得た。

Key Words : water policy, water resources development, Tokyo metropolitan area, rapid population growth, drought, integrated water resources management, environmental impact

1. 研究のねらいと位置づけ

モンスーン・アジア地域においては、人口の急増・都市への集中により、洪水の頻発、水需給の逼迫、水質の悪化等の深刻な水問題が今後さらに顕在化すると懸念される¹⁾。一方、我が国においては、1950年代後半からの高度成長期を中心に首都圏をはじめとする大都市圏への人口の集中と都市域の拡大が起こり、治水・利水・環境上の課題の克服のため、様々な水政策が組み合わされて実行され、一定の成果を生み出した。この過程は、上記の課題克服に役立つ情報を内包している可能性がある。しかし、人口急増という問題の主因が同じであっても、異なる地域、異なる時点の政策適用の経験がそのまま機能するとは限らず、政策適用事例が持つ普遍性、共通性、個別性を分析し、事例や経験を体系的な「知」に変換することが重要である。

以上の認識に基づき、本論文では以下の分析を行った。まず、上記の我が国の経験を、人口急増という「外力」

への応答と捉え、外力である人口急増と都市用水の需要増の実態を整理し、その外力の相対的大きさを水資源賦存量から評価した。次に、外力が引き起こした渇水事象を時系列的に整理した。さらに、政策推進の駆動力に関係する住民の渇水問題への認知度の時系列変化を新聞記事検索より計量した。水政策については、1930年代からの各種水政策の適用変遷と相互関係をやはり時系列的に整理し、最も重要なアウトプットである利根川からの新規取水量の経年変化との関係を明らかにした。最後に、政策適用を推進あるいは阻害した可能性のある関連要因として、地盤沈下と水質汚濁への対応、利根川の流量減少を調べた。以上の結果を俯瞰的に分析して、外力の作用から水政策の適用と効果発現にかかわる構図やシステム、支配因子についての考察を試みた。

これまでに、首都圏の水資源開発や水環境管理などの施策展開の経緯についてまとめ、分析した文献は多数あり(以下で個々に引用)、また今後の水政策の総合的な展開の方向性も論じられている²⁾。一方、上記のような

視点で施策群実施過程を俯瞰的に分析した例はあまりなく、首都圏人口急増という顕著で支配的な外力に着目し、水資源確保という人間-自然系の応答特性を把握することは、水政策形成を司るシステムの理解の増進にもつながると期待される。

2. 作用した人口急増外力の特性

(1) 人口急増に伴う水道用水の需要増

図-1に、首都圏の人口推移を、利根川水系への依存度が少ない神奈川県を除く1都5県について示す（以後も特に断らない限り、この1都5県を首都圏として分析を行っている）。戦前水準のおよそ1500万人から1965年には2200万人に、1990年には3100万人になっている。

この人口急増を水需要増という観点から見ると図-2、図-3のようになる。両図から、1人当たりの必要水道給水量を大まかに400リットルとおくと、戦前水準人口に対し、1965年までのおよそ700万人増のために年間10億 m^3 、1990年までの1600万人増のために年間23億 m^3 の給水が新たに必要になったという計算になる。図-3によると1967→1990年でおよそ20億 m^3 も年間給水量実績が増えており、この概算 $[23-10=13\text{億}m^3]$ よりさらに多い。これは、1人あたりの水道給水量の増加と、地下水から上水道への転用も含まれていたためと考えられる。実際、図-4に示すように、1都5県の水道給水人口は、1965→1990年で人口増より500万人多いおよそ1400万人の増加を示している。

以上から、人口増加を主要因に、水道利用への転換や1人あたりの水道給水量の増加という要因も加わって、およそ年間30億 m^3 かそれ以上の水道用水需要が新規に発生し、首都圏が属する流域圏への外力となって作用したと言える。

(2) 産業活動の集積・拡大に伴う工業用水の需要増

人口急増は産業活動の集積・拡大と同期し、工業用水の需要の急増をあわせてもたらした。しかしこの急増は、結果として工業用水の供給増には直結しなかったようである。これは、図-5に示すように、1960年代半ば以降1970年代にかけて、工業用水の回収率が急激に向上したからである。1960年代前半に前述の上水道の水需要と同じ規模の年間15億 m^3 前後あった工業用水量（補給量）は、その後大きくは増加せず現在まで推移することとなった。以上から、工業用水の供給増の圧力は、1950年代から1960年代初期が最も厳しかったと推定される。

仮に、回収率の向上が1960年代半ばのおよそ25%にとどまったとすると、1960年代半ば以降の必要量の増分は、

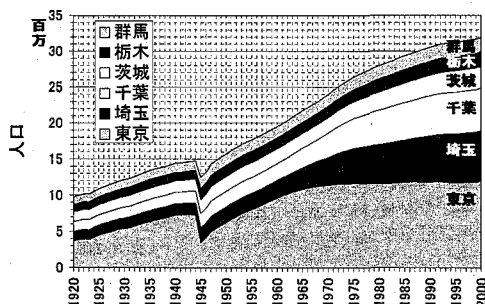


図-1 日本の首都圏（1都5県）の人口推移^③

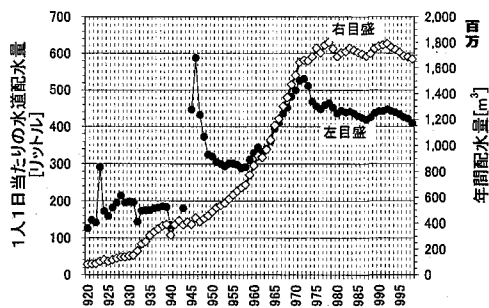


図-2 東京都の1人1日当たりの水道配水量と年間総配水量の経年変化^④

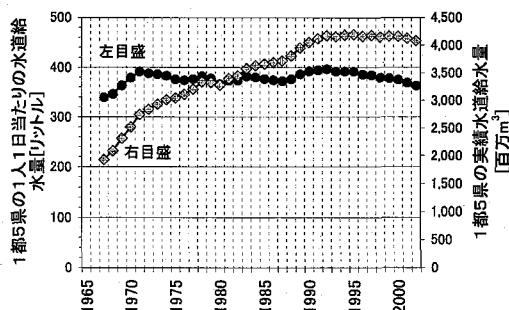


図-3 1都5県の1人1日当たりの水道給水量と年間総給水量の経年変化^⑤

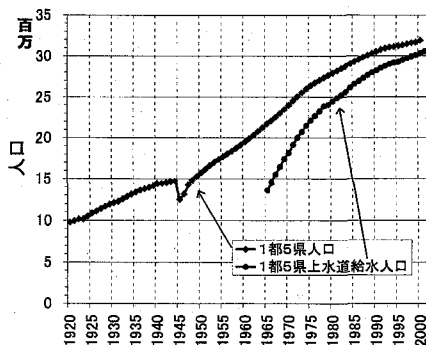


図-4 1都5県の人口と上水道給水人口の経年変化^{③,⑤}

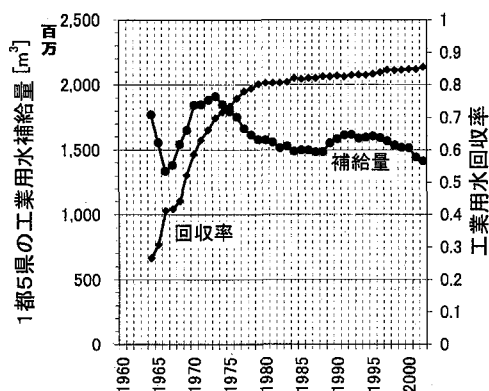


図-5 1都5県の工業用水の補給量と回収率の経年変化^④

実際の回収率を85%として計算すると年間およそ60億 m^3 、それ以前の増分も合わせると60～70億 m^3 というレベルに達していたことになる。これと上水道の必要量増分と合わせ、年間90～100億 m^3 オーダーの水道および工業用水が人口増と産業活動の集積・拡大に伴い必要になっていたと推定できる。

(3) 首都圏が属する流域圏に与えた都市用水需要増のインパクト

図-6の左の棒グラフは1都5県の水資源賦存量^⑦である。右の2つの棒グラフは、比較のために、戦後の首都圏人口増に伴う都市用水の需要の増分の大まかな見積もり(前述(1)(2)に基づく)を付けたものである。仮に工業用水の回収率向上が無ければ、都市用水の需要の増分だけで水資源賦存量の半分程度を占めることになり、賦存量のうち都市用水に使える割合を考えると、当該流域圏に対する強烈な外力になっていたと言える。このことは、工業用水の回収率向上が外力対応において大きな役割を果たしたことも意味する。

3. 人口急増外力が引き起こした渇水事象

(1) 渇水事象の概要

人口急増という外力の作用は、その直接的帰結として主として都市用水の渇水をもたらした。特に、東京において1961～1964年にかけて断続的に発生した渇水、中でも東京オリンピック渇水と呼ばれる1964年夏期の渇水は、それが給水制限はもちろん長時間の断水を伴ったという点で、極めて深刻な影響を与えた。その概要を文献^{4) 8) 9) 10)}に基づきまとめると以下のようなものである。なお、当時、東京の都市用水は主に多摩川水系に依存しており、渇水も同水系に関するものであった。

a) 1961～1962年の制限給水

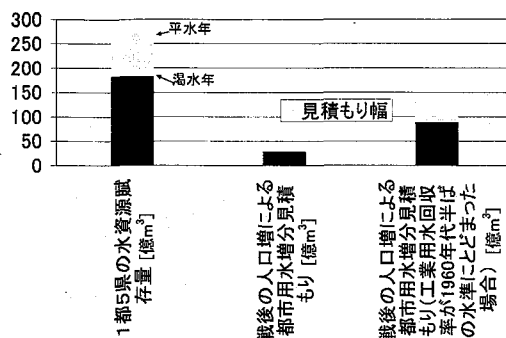


図-6 1都5県の戦後の人口増に伴う都市用水需要増加のインパクト(水資源賦存量との比較から)

1961年の関東地方は、過去22年間の平均降雨量を大幅に下回り、東京の9月降雨量は37mmで平年の約1/6となった。一方、小河内貯水池は1959年6月の満水以来減小を続け、10月はじめには満水量の約1/3となり、10月20日から、貯水池系17区の54.5万世帯に対して、節減目標20%の第1次制限給水(制限時間22時～5時)が実施された。

1962年に入っても状態は好転せず、4月16日には第2次制限(節減目標30%)に強化され、制限給水の影響は全都的な規模に及ぶことになったため、同年5月1日「臨時東京都渇水対策本部」が設置された。5月7日には、昼間制限を含む第3次制限給水(節減目標35%)が実施された。この制限給水が大幅に緩和(第1次制限へ)されたのは、大量降雨により小河内貯水池の貯水量が回復した9月になってからである。

b) 1964年の制限給水

1962年秋には、期待した降雨に恵まれず、小河内貯水池は減少傾向をたどり、11月21日から再び第2次制限給水(節減目標25%)に入り、1963年は、年間を通してほぼこの状態が続いた。以後1964年7月までの間、制限の強化と緩和を繰り返した。同年6月には、中川、江戸川系緊急拡張事業による1日40万 m^3 の通水開始もあり、1年半ぶりに、第1次制限(節減目標15%)に復した。

しかし、この年の5、6、7月の雨量は261mmで、平年の約50%にとどまり、7月9日から第2次制限給水(節減目標25%)に入り、7月17日に都は再び「臨時東京都渇水対策本部」を設置し、この非常事態に対処することとなった。7月21日からは第3次制限給水(節減目標35%、制限時間23時～5時、11時～16時)が実施され、さらに8月6日からは第4次制限給水(節減目標45%、制限時間22時～5時、10時～17時)が実施された。8月15日には、さらに第4次制限の強化(節減目標50%、昼間断水を伴う強い制限給水)が実施された。制限給水の対象は貯水池系の60万世帯であり、渇水が都民生活にもたらした影響は深刻であった。

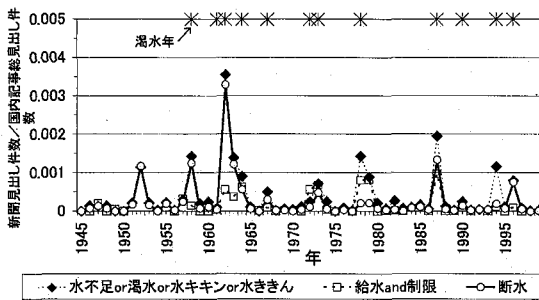


図-7 渇水事象に関する新聞見出し数の推移(朝日新聞戦後見出しデータベース 1945～1999 年より)

小河内貯水池は8月20日に満水時の1.6%と最低を記録した。このような貯水池系の原水不足に加えて、多摩川下流も流量が極度に減少し、下流系の玉川、砧上、砧下、狛江の各浄水場給水区域と、神奈川からの分水を水源とする長沢浄水場系給水区域(新宿、大田、品川、目黒、世田谷、杉並、中野の各区37万6000世帯)に対して、8月4日から1日5～10時間の緊急給水措置が取られ、この状態は8月20日の集中豪雨による多摩川流況の好転まで続けられた。

c) 1965年以降について

首都圏において、それ以降も比較的高頻度で渇水が発生している。ただし、取水制限が中心であり、前述a)b)の渇水事象に比べると、社会・経済への影響は結果として小さいレベルにとどまったと言える。「取水制限」は、河川から取水している水道事業者の取水量が制限されることであり、たとえば東京都の場合、取水制限が行われても取水制限量が少ない場合には、水運用などのやり繰りや節水の協力要請などで対応し、給水制限(制限給水)を行わない場合もある。それに対し、給水制限が行われると、浄水場等から給水するための水圧の低下、水道管のバルブ調整などが行われ、水道ユーザーへ直接影響が及ぶ。

1960年代半ば以降も人口急増が続いたにもかかわらず、渇水事象が高頻度で発生しても1960年代前半のような大幅な給水制限に追い込まれないで済んだのは、4.で後述する水資源確保のための諸施策が効いていた面が大きいと考えられる。それだけに、1960年代前半が、気象条件の変動と相まって人口急増の影響が厳しく顕在化した時期であり、ここを乗り切ったことが非常に重要であったと言える。

(2) 事象に対する住民の認知の推移

こうした渇水事象が、住民、国民の目線でどのように問題として認知されていたかは、重要な政策形成要因の1つである。それを測る一手法として、新聞見出し数の変化を調べた。使用したデータベースは、朝日新聞戦後

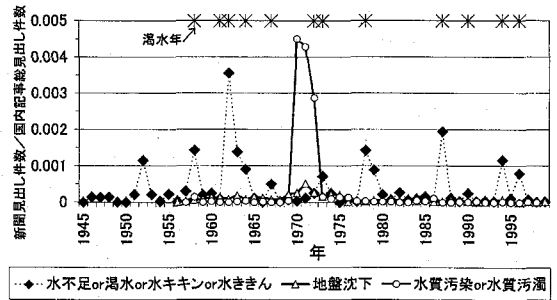


図-8 地盤沈下と水質汚濁に関する新聞見出し数の推移(朝日新聞戦後見出しデータベース 1945～1999 年より)

見出しデータベース1945～1999である¹¹⁾。これには東京の地方版記事も含まれる。以下に集計法を説明する。

対象を1945～1999年とし、各年について、外交、外国、世界などに分類される国際系の見出しを除いたものを国内記事総見出し件数とし、これを分母として、特定のキーワードを内容に含む見出し件数の割合を算出し、その事象への関心の高さを測る指標とした。国内記事総見出し件数は、対象期間中に約1万4千件から7万4千件に増加している。選定したキーワードは、「水不足or渇水or水キキん(ききん)」「給水and制限」「断水」である。キーワード検索で抽出された全ての見出しを確認し、検索の意図と明らかに異なる見出し(例:断水で検索された「横断水泳」の記事、工事に伴う事故や浄水場の停電等による断水の記事など)を除いた。また、ある地域だけに限る見出しで、それが首都圏でないもの(例:福岡大渇水、八丈島等離島の水不足、海外の渇水等)も除いた。

以上により得られた結果を、主要な渇水年とあわせて図-7に示す。これより、見出し件数が1950年代後半から増え始め、大きなピークが1960年代前半に現れていることがわかる。この時期は、前述のように全国に先駆けて、東京で都市用水に関わる本格的な渇水が顕在化し始めた時期であり、それに対する社会的反応が敏感であったことを示すものである。その後、見出し件数は減少するものの、渇水事象の出現と合わせて、新聞見出しが多く現れる年が時々出現する状況が今日に至るまで続いている。ただし、当初「断水」を内容に含む見出し数が、渇水全般に関する見出し数(水不足or渇水or水キキん(ききん))と肩を並べていたのに対し、その後、前者が後者に比べ少なくなっていく傾向が見られる。このことは、渇水事象が起こっても直接的な被害にまで及ぶ状況が減少あるいは局在化したことを示唆すると考えられる。

以上から、都市用水の不足についての住民、国民による幅広い認知は、1950年代後半から始まり、1960年代前半に最大級に達したこと、また、このタイミングが、顕著な渇水被害の出現とよく同期していたことがわかる。

図-8は、地盤沈下と水質汚濁に関係する見出し数の変化を同様の方法で集計し、渇水全般に関する見出し数と合わせて示したものである。この図から、水質汚濁について、1970年前半を中心に大きなピークを示しており、国民の間で強い問題認識が形成されていたと推察される。一方、地盤沈下に関する新聞見出しは、ピーク同士と比較すると渇水や水質汚濁に関するものに比べれば少ないが、1950年代後半から継続的に出現し、やはり1970年代前半になだらかなピークを迎えている。その事象の性質から鋭いピークを成す変動傾向は持たないものの、この時期までに継続的な問題認知がある程度形成されていたと推察される。これら2つの事象と水資源確保のための水政策との関連性については5.で論じる。

4. 渇水事象への対処に役立った施策群とそのアウトプット

(1) 施策群の概要^{⑧⑨⑫⑬}

人口急増に伴う渇水事象への対処に役立った考えられる施策群を幅広く抽出し、それらの内容を整理して以下に示す。総括した図-9も合わせて参照されたい。

a) 河水統制思想の流れを汲む施策

1930年前後に、ダムにより洪水調節・発電・農業用

水・水道用水供給などを行う考え方が生まれ、日本で最初の多目的ダムとなる五十里ダムの計画が1925年に立てられ、1950年のダム建設着手につながった。1937年に、奥利根河水統制調査が着手され（河水統制事業）、1939年には、矢木沢ダムを中核とする東京都の上水道水確保、水力発電を目的とする多目的ダム計画が立てられた。

b) 敗戦直後の時期の戦後復興、治山治水重視の政策

1950年前後には、頻発した大災害に対応するための治山治水と、戦後復興のための食糧増産・エネルギー確保が国としての最優先政策課題の1つとされ、治水を主目的に農業用水確保、電源開発にも応える多目的ダムが再び脚光を浴び、次項c)にもつながっていった。

c) 国土開発計画としての利根川特定地域総合開発計画

1949年、治水調査会は、主要直轄10水系について改修改訂計画を決定し、多目的遊水地による洪水調節が大幅に取り入れられることになった。利根川水系については、上流ダム群<沼田、藤原、菫原、相模、坂原、ハツ場>により洪水調節を行うという基本方針が提示された。1950年には、国土総合開発法の下、特定地域総合開発計画が立てられることとなり、1951年に利根川水系が特定地域に指定された。これを受け、1957年に利根川特定地域総合開発計画が10カ年計画で閣議決定された。以上により、水系一貫で治山も含めた治水計画に基づき国土保全を進め、水を利用した農業開発・電源確保なども進め、

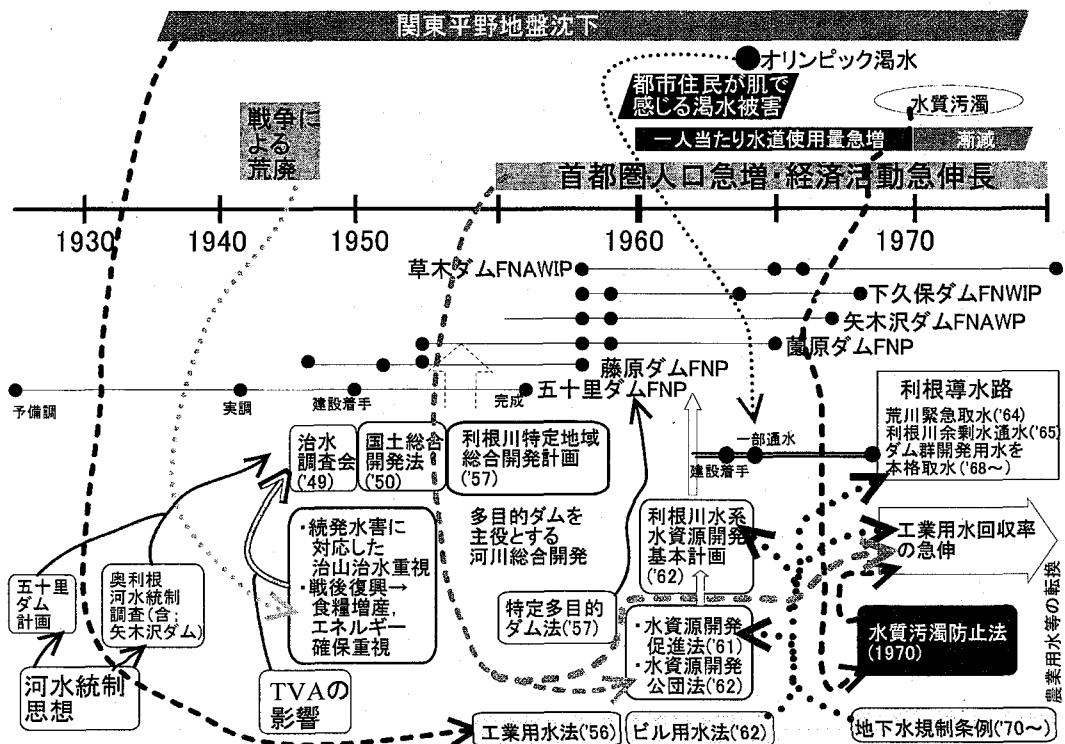


図-9 首都圏人口急増に対応した水資源確保にかかわる諸事象・施策群の展開と相互作用に関する考察図

産業向上を図るという施策体系の方向付けがなされ、多目的ダムを具体的な道具とする「河川総合開発」が国土開発計画において重要な位置を占めることとなった。

d) 利根川河川総合開発

以上を受けて、五十里、藤原、相俣、菌原、矢木沢、下久保、草木、川治などの各ダムが順次完成、供用された。各ダムの調査から完成までの年次は図-9を参照されたい。図中のFNAWIPはダムの目的の種別であり、F：洪水調節・農地防災、N：不特定用水・河川維持用水、A：灌漑用水、W：上水道用水、I：工業用水、P：発電、である。

e) 特定多目的ダム法（1957年）

計画、建設、管理の一元化を図り、またダム使用権を創設し、多目的ダムの効用をすみやか、かつ、十分に発揮させることを目的として、施行された。

f) 水資源二法<1961年水資源開発促進法、1962年水資源開発公団法>

それまでの諸制度は、湖水を扱いにくく、導水路の位置づけが不明確であり、また、財投が使えず、広域的・先行的開発ができず、さらに計画が各事業者単位であるという課題があった。また、東京を中心にした大都市圏の人口急増、工業発展に伴う水需要の急増があり、その一方で、地盤沈下により地下水利用から表流水への転換が必要な状況となっていたこと、特に多摩川水系への新規水資源開発が期待できない東京圏における都市用水確保が喫緊の課題となっていた。

こうした状況をふまえ、水資源開発は国の経済計画の一翼を担うものであり、広域的・計画的な水資源開発が必要との考えに基づき、これらの法制度が整備された。これを受けて、1962年には利根川と淀川が水資源開発水系に指定され、また経済企画庁に水資源局が設置された。

g) 利根川導水路事業

東京都は、戦前から、利根川の水を水質の良い上流で取水し水道用水にしたいとの考えを持っていた。この考えに基づく案（矢木沢・下久保ダムで開発された水を埼玉西部のトンネルで導水し、東村山浄水場につなげる）という案を建設省が取り上げ、水資源開発公団案（以後、公団と略称）として掲げた。農業省は、農業用水取水位置より上流での取水には否定的で、合口の農業用水路併用案を、厚生・通産両省もそれぞれ都市用水のための公団案を掲げた。

利根川水系の水資源開発基本計画ができた1962年になっても、都の強い要請にもかかわらず利根川からの新規取水の実施法は未調整のままであったため、公団が合口案で急ピッチで計画を策定し、1963年に工事着手となった。この事業は、1)利根川上流のダム群により開発した都市用水を武蔵水路及び荒川を経由して東京・埼玉に導

水する、2)利根川中流部に展開する29,000ヘクタールの水田に安定的にかんがい用水を供給する、3)緊急かつ暫定的に利根川の余剰水を取水して隅田川の河川浄化を行う、というものである。

利根川導水路事業全体（秋ヶ瀬取水堰・朝霞水路・利根大堰・武蔵水路）としては、1968年3月に完成したが、工事中の1963-1968年の間にも、東京の渇水に対応するため暫定的な機能発揮が緊急的措置として図られた。まず、1964年8月末には、オリンピック渇水もあり、突貫工事の一部通水にこぎ着けている（荒川緊急取水）。また、武蔵水路完成後の1965年3月からは、見沼代用水元からの利根川余剰水の通水も行われている。このように、事業自体とともに、こうした緊急的運用も東京の非常事態に対処する上で重要であった¹⁰⁾。

h) その他

今日まで、関係者の努力で農業用水から都市用水への水利権転用も進められ、結果として都市用水確保に一定の役割を果たした。また、ダム貯水池となる水源地域に諸対策の制度的充実も図られた。

(2) 施策群実行のアウトプットとしての取水量構成の変化

以上の施策群の総体的な帰結を定量的に把握するには、実績としての取水量とその種別の変化を調べるのがわかりやすい。2(2)に示したように、工業用水については、その回収水率の向上により補給量変化が1960年代後半以降（結果として）あまり見られなかったことを踏まえ、ここでは、人口急増への対応の結果が直接現れたと考えられる水道用水に焦点を当て、以下の方法で取水量の内訳を推算した。

各年度の水道統計データから⁹⁾、まず、各年の1都5県の水道用水の総取水量を整理した。次に、やはり水道統計から、水道用水に関わる全ての取水権量に占める利根川水系からの取水権量および利根川水系のダムからの取水権量の割合を算出した。総取水量には取水権量の対象外のものも含まれているので、総取水量のうちから取水権量の対象と考えられる取水量（表流水（自流、ダム直接、ダム放流）、湖水、伏流水）だけを抜き出し、それに上記の取水権量割合をかけて、利根川水系からの取水量および利根川水系のダムを前提とした取水量の推算を行った（5年おき）。実際の取水が取水権量の割合に応じて行われているとは限らないので、この推算には誤差を伴うが、利根川水系からの取水依存の状況を大局的に把握する上では有用な方法と判断した。

以上の結果を、人口の変化とともに図-10に示す。この図から、1965年から1990年にかけての約25億 m^3 という取水量の増加分の大部分は、利根川水系からの取水量の

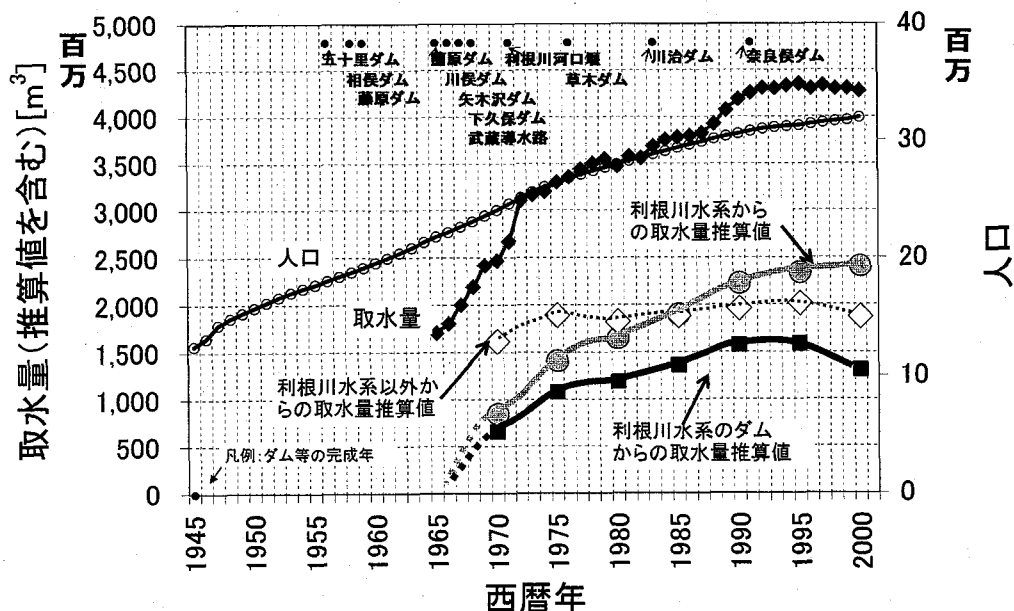


図-10 首都圏（1都5県）における水道用水取水量，その内訳の推算値と人口の経年変化

増分（23億 m^3 程度）でまかなわれていたと言える。これは、1人当たり400リットルとして計算すると、およそ1600万人分の水道用水に当たる。これは、1965年からの人口増分900万人よりもかなり大きく、2(1)で述べたように、人口増に加えて1人当たりの給水量増加や地下水から上水道への転換も寄与していたと考えられる。加えて、工業用水への利用も一部入っている可能性がある。

また図-10より、利根川水系からの取水量の増分のうち、ダムを前提にする取水量の割合（図では「利根川水系のダムからの取水量」と表現）が大きいことがわかる。このことは、ダムによる新規の水開発に応じた取水権量の増大が大きな役割を果たしたことを示すものである。

たとえば、利根川導水路事業が完成した1968年時点における利根大堰からの水道用水の取水に関する水利権の水源地は、完成したばかりの矢木沢ダムと下久保ダムとなっている。なお、1970年代には、水需要増への対応の緊急性等から暫定豊水水利権が増大し、新規の都市用水開発と取水との間に時間的ズレが生じる状況も部分的に現れているが、取水量の増大と新規の水開発が連動するという枠組みは維持されている。

5. 施策群実施に関係する他の因子の分析

(1) 水資源確保のための施策群に影響を与えた関連事象・施策

ここでは、有意な影響を持ったと考えられる地盤沈下と水質汚濁を取り上げる。図-9も再び参照されたい。

地盤沈下は、主として工業用水のための地下水の過剰汲み上げが原因とされ、東京の江東区では昭和の初めから起こり始めていた。地盤沈下に対する問題認知は、3(2)と図-8に述べたように、1950年代後半から新聞の見出しでも継続的に現れ、70年代前半に緩やかなピークを示している。対策は1950年代後半から本格的に始まり、1956年に工業用水法、1962年に通称ビル用水法が制定され、1970年には千葉県公害防止条例に基づく地下水規制がはじまり、埼玉県、東京都、茨城県、さらに49市町村がこれに続いた。

これらの施策群が実施された時期は、今まで述べてきた人口急増に伴う都市用水不足が顕在化し対応を厳しく迫られた時期と重なっている。したがって、人口や工業用水需要の急増への対処法としての地下水利用増進は、現実的な選択肢にはなり得なかったと推察できる。そしてこのことが、工業用水の回収率の急増への“二次的外力”として作用した可能性も指摘できる。

一方、水質汚濁については、図-8からも明らかのように、1970年前後に国民の大きな関心事となり、従前の水質保全法と工場排水規制法に替わり、水質汚濁防止法が1970年に制定されている。こうした水質汚濁防止に対する国民的な強い要請は、工業用水の使用形態の合理化すなわち回収率の向上を促進する強い要因となったようである。綾・松本¹⁵⁾によれば、工業用水協会を中心になされた工業用水使用合理化のキャンペーンは非常に効果的であり、新規水源に頼らず、また地盤沈下速度を低下させつつ生産を増強することを可能にしたとしている。さらに彼らは、補給水量の減少は排水量の減少を意味し、

少量の濃い廃液を浄化して排水することになることから、用水使用合理化が水質汚濁防止を驚くほど少額の投資で可能にしたと指摘している。実際、上記のキャンペーンは、用水使用の合理化が水質汚濁防止法の規制をクリアするための最も経済的な手段であることを強調していたとことである。

以上から、地盤沈下と水質汚濁に関する問題認知と施策実行は、工業用水の需要増を回収水率の向上が吸収するという構図を作ったという点で、水資源確保に関わる問題解決において重要な促進要因になっていたと言える。

(2) 施策群実施に伴う環境影響に関する分析

もう一つの因子として、水資源確保のための施策群が及ぼしたかもしれない環境影響に関わる事象を取り上げる。

図-11に、利根川の利根大堰（武蔵導水路取水点）を挟む各地点での平水流量の経年変化を示す（データは各年の流量年表¹⁰⁾による）。上流から順に、八斗島、古戸、利根大堰、川俣、渡良瀬川合流、栗橋となる。この図より、1968年より前は古戸と概ね同じだった川俣の流量が、1968年を境に $50\text{m}^3/\text{s}$ のオーダーで古戸より少なくなっている。これは、利根大堰からの実績取水（平成13年では 18.7億m^3 ）を取水。内訳は農業用水 7.3億m^3 、都市

用水 10.9億m^3 、浄化用水 0.5億m^3 。利根川の年間流出量は 62.9億m^3 ¹¹⁾と対応している。すなわち、利根大堰下流の河道区間においては、利根大堰取水により有意な流量減少が起こったことになる。この影響は年間流況の中でも少ない流量に強く現れ、渇水流量になると、川俣流量は1968年以降およそ半減している。なお、上記の内訳で明らかのように、この流量減少は都市用水だけでなく農業用水の取水にもよる。

次に、こうした新たな取水が水質に与えた影響を見積もるため、東京湾に流入する主な水系を組み込んだ流域水物質循環モデルを適用した。このモデルについては、

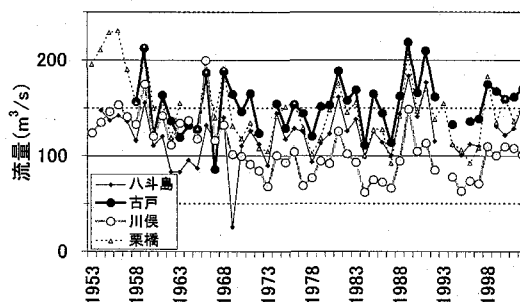


図-11 利根川における利根大堰を挟む各地点の平水流量の経年変化

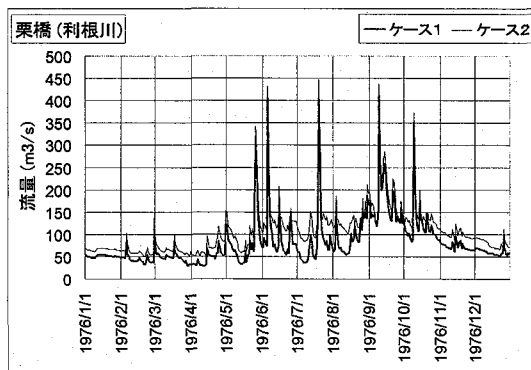


図-12 栗橋（利根川）地点における流量比較

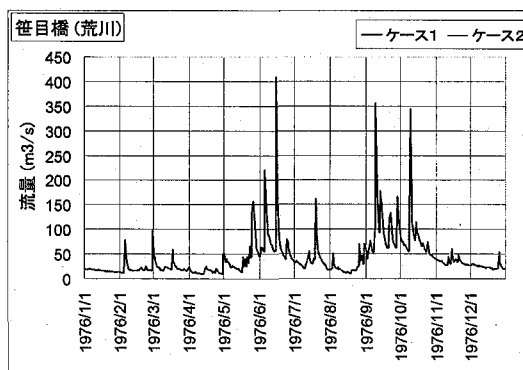


図-13 笹目橋（荒川）地点における流量比較

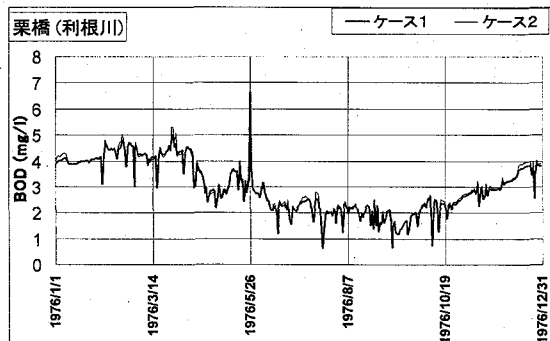


図-14 栗橋（利根川）地点における水質比較

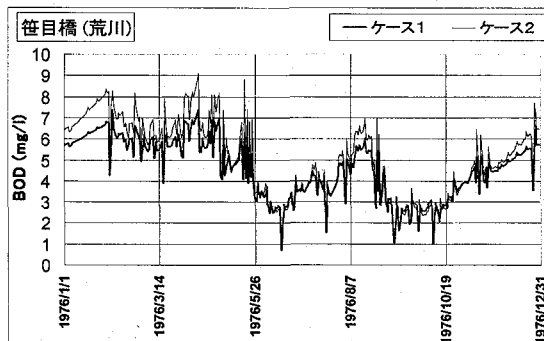


図-15 笹目橋（荒川）地点における水質比較

利根川および荒川水系の代表地点についての2001, 1976, 1970時点の流量・水質の年間変化が概ね実測値を再現することを確認している。詳細は文献¹⁸⁾¹⁹⁾を参照されたい。計算対象を1976年時点とし、その時の人口、土地利用などの社会条件、雨量などの気象条件、ダム放流実績を与えた上で、利根川導水を実績通りとしたケース1、利根大堰からの取水を0にしたケース2の2通りの計算を行った。なおケース2では、利根川から荒川への導水がないので、荒川の秋ヶ瀬取水堰からの取水も0としている。

結果を図-12から図-15に示す。これらから、導水の影響（ケース2に対するケース1の違い）について以下のことがわかる。当然のことながら、利根大堰下流の栗橋（利根川）では流量が減り、秋ヶ瀬取水堰下流の笹目橋（荒川）では、導水分を取水しているため流量があまり変わらない。BODで表した水質は、栗橋でほとんど変わらず、笹目橋では、季節によっては若干下がる結果となった。これは、利根大堰下流の利根川中流区間にはさほど大きな負荷源がないので、取水後の濃度が大きく変わらないのに対して、荒川では導水による若干の希釈効果が季節的に生じるためと考えられる。

このように、利根大堰からの取水があっても、利根川、荒川ともにBODには大きな変化は出なかったと考えられる。河川が持つべき流量については、1977年発行の河

川砂防技術基準案計画編に「維持流量」として記述されており、1960年代にもそのような考え方があった可能性が高い。しかし、塩水遡上などの現象がある河口部など、流量減少が引き起こす問題が明瞭な区間・場合を除けば、通常の河道区間で河川維持流量をあまねく設定するような状況には当時無かったと推察される。実際、利根導水路事業に際しても、利根大堰の直下流部での河川維持流量は設定されていない。

以上から、少なくとも当時の環境影響に対する評価の考え方に照らした時、環境影響への懸念が利根川からの取水に対する抵抗要因になることは無かったと言えるのである。

6. 全体考察

今までの分析を総合すると、首都圏の人口急増への対応は、①利根川水系を中心とした新規の都市用水の開発、②工業用水の回収率向上による需要急増の吸収、③水利利用の転用（農業用水から都市用水へ）、④生活用水の節水、に分けると理解しやすい。この中でも問題解決への実質的寄与度は前二者が大きかったと言える。①については、図-9から改めて確認できるように、利根導水路を

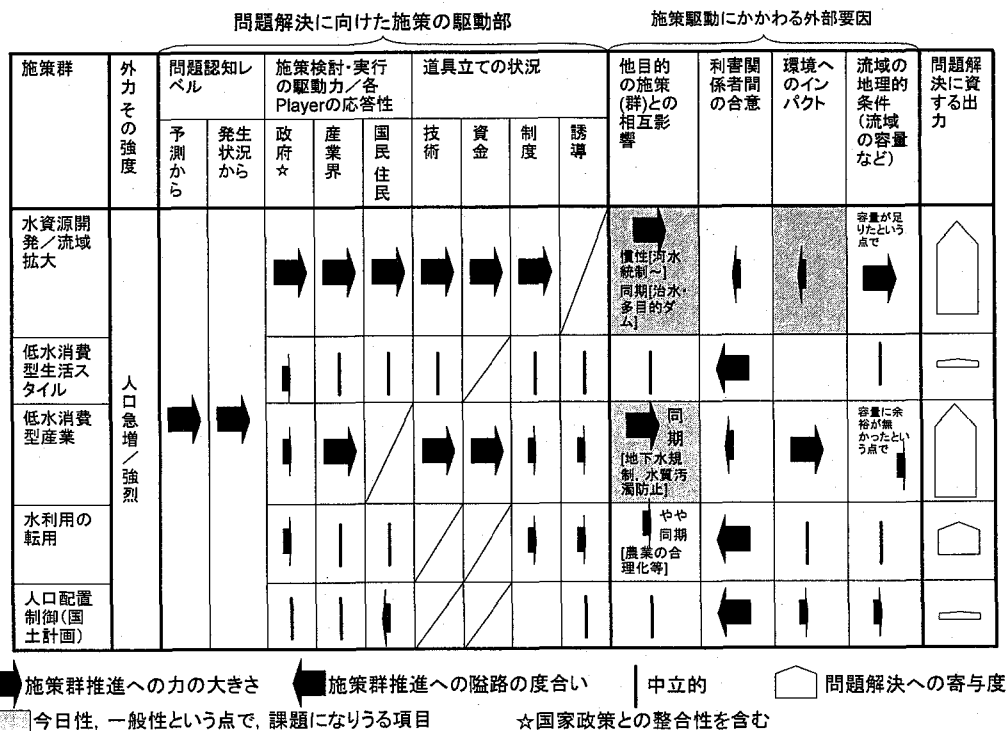


図-16 首都圏人口急増に対応した施策群展開の構造の整理例

經由しての利根川水系のダム群開発用水の本格取水が1968年から始まっている。これは1964年の東京オリンピック渇水のわずか4年後であり、両者のタイムラグはインフラ整備の時間スケールから見て小さいと言える。

1950年代後半から顕著になった首都圏への人口・経済活動の集中に対応できた理由を考える上でのポイントは以下のようなものである。直接的には、様々な緊急的措置を編み出しながら1960年代前半を何とか乗り切り、上記①、②の本格的な対応策につなげたことが大きいと考えられる。しかし、①について言えば、利根導水は単独ではあり得ず、利根川水系水資源開発基本計画という枠組みが直前（1962）にできて、利根川取水を許す基本条件（ダムによる都市用水新規開発の計画）が整備されていたこと、さらに、それに先立つ10年ほど前から、戦後復興と治山治水を軸とする国土開発計画が立てられ、多目的ダムを主役とする河川総合開発が実質上始められていたことが、外力への施策応答を早める上で重要だったと考えられる。一方、②の工業用水回収率の著しい向上については、地盤沈下抑制のための地下水汲み上げ規制や水質汚濁防止のための排水規制という外部要因が、用水供給を増やすのではなく、回収率向上に向かわせた。

以上を総合して、図-16に、首都圏人口急増に対応した施策群展開に関わる構造の整理を試みた。ここでは、外力作用から施策群適用に伴う出力（成果出現）までの展開を、問題認知、施策検討・実行の駆動力（各playerの応答性）、施策遂行のための道具立ての状況、施策駆動にかかわる外部要因（他目的の施策との相互影響、利害関係者の合意、環境へのインパクト、流域の地理的条件に細分）に分け、これらがそれぞれ、ある施策の推進に関して、力になるか（右向きの矢印）、隘路になるか（左向きの矢印）、中立的か（縦棒）を定性的に表現した。さらに、この分析を今日において他地域に当てはめようとする場合、その今日性、一般性を特に検討すべき項目にハッチングを施した。

この図から、インフラ整備あるいは事業所ベースの施策に結果として重点が置かれる傾向があると言えそうである。また、当時あった治水や地下水規制、水質汚濁のための施策との同期性が施策推進に重要な役割を果たしたと言える。また、治水目的を主軸に多目的ダムを中心とした利根川流域の河川総合開発が既に長い時間かけて積み上げられてきており、こうした先行施策の流れができていたこと（慣性）も解決に大きく寄与したと考えられる。このような関連する他施策群との相利的關係をどの程度適用・拡張できるかという点も、図-9に示した経験を今日において他流域で活かす上での論点となる。こうした観点からの検討は、たとえば、水質汚濁規制と工業用水の回収率の向上に関わる施策をセットで適用す

るというような総合的水政策の今日における提案のヒントにもなる。

残る一つのハッチング部分である環境影響へのインパクトについては、今日、当時よりも重要視されており、対象流域の容量と人口増加圧力との相対関係によっては、施策実施がもたらす環境影響への対処が重要な課題になる場合も出てくる。過去の水政策適用に際して、仮に環境影響に関する知見と要請のレベルが今日並であった場合、どのような施策展開が想定されるかというシナリオを吟味することで、当該経験部分の今日における適用性と、それを拡大する方策の検討を具体的に行うことができる。たとえば、環境上河川が持つべき流量・流況・攪乱頻度に関する検討などは、その典型例の1つとなろう。

7. 結語

我が国の首都圏河川流域が主として高度成長期に経験した人口急増を受けての水資源確保に関する施策群の形成について、外力作用（人口急増）、事象発生、問題認知、施策実施、関連要因、効果発揮のそれぞれについて実態把握を行い、俯瞰的に分析することによって、図-9に示すように、諸事象・施策群の展開と相互作用に関する全体像を提示した。さらに、図-16に示すように、外力作用から施策群適用に伴う出力（成果出現）までの展開に関する基本的な捉え方の提示を試みた。これらは、個々の水政策形成に関する一般性や個性を分析し、ある時点・地域での経験を他地域・他時点のケースにどのように役立てるかを客観的に吟味する方法の検討に役立つと考えられる。

謝辞：本研究はCREST「人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ—モンスーン・アジア地域等における地球規模水循環変動への対応戦略—」（代表：砂田憲吾山梨大学教授）のプロジェクト研究費の支援を受けて行われ、プロジェクト研究の関係者との議論が本研究の遂行において大変参考になった。また、(株)建設技術研究所の西原達也氏の資料収集が助けとなった。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1)内閣府 総合科学技術会議事務局 重点領域（環境分野）地球規模水循環変動研究イニシャティブ：水循環変動研究の最前線と社会への貢献、地球規模水循環変動イニシャティブシンポジウム、第一部 なぜ地球規模水循環変動研究が必要か、2005。
- 2)高橋裕編：首都圏の水、その将来を考える、東京大学出版会、

- 1993.
- 3) 総務省統計局：日本の長期統計系列。
(<http://www.stat.go.jp/data/chouki/02.htm>)
 - 4) 東京都水道局編：東京近代水道百年史，東京都水道局，資料・年表，pp206-209，1999.
 - 5) (社)日本水道協会：水道統計，(社)日本水道協会，1967～2002.
 - 6) 経済産業省経済産業政策局調査統計部編：工業統計表 用地・用水編，財務省印刷局，1964～2002.
 - 7) 福井県：福井県水資源総合計画 付属資料3 都道府県別の水使用量および水資源賦存量，1998.
(http://www.erc.pref.fukui.jp/sogo/d092/1998/html/mizu_s3.html)
 - 8) 利根川100年史編集委員会編：利根川100年史ー治水と利水ー，建設省関東地方建設局，pp210-227，pp1252-1256，pp1295-1341，pp1713-1748，1987.
 - 9) 宇賀田浩：都民が求める利根川の水，アーカイブス利根川，信山社サイテック，pp161-176，2001.
 - 10) 建設省関東地方建設局京浜工事事務所，(財)河川環境管理財団：多摩川誌，第4編，第3章，pp700-703，1986.
 - 11) 朝日新聞社：朝日新聞戦後見出しデータベース 1945～1999，CD-ROM for Windows，2000.
 - 12) 嶺山政道，一瀬智司 編：首都圏の水資源開発，付論 首都圏の水資源開発に関する政策決定過程，東京大学出版会，pp267-280，1968.
 - 13) 農林水産省関東農政局利根川水系農業水利調査事務所編：利根川水系農業水利誌，(社)農業土木学会，1987.
 - 14) 高崎哲郎：砂漠に川ながる，ダイヤモンド社，1996.
 - 15) 綾日出教，松本清：産業の持続的発展を支える水ー日本における工業用水道が果たした役割と貢献ー，第3回世界水フォーラム，セッション「工業の発展と水」発表論文，2003.
 - 16) 国土交通省河川局編：流量年表，(社)日本河川協会，1960～1994.
 - 17) 水資源機構利根導水総合管理所：早わかり利根(Q&A)
(http://www.water.go.jp/kanto/tono/09q-a/q-a_main.html)
 - 18) 安間智之，小路剛志，伊藤弘之，藤田光一：流域水物質循環モデルを用いた東京湾と流入河川における水質変遷再現について，水工学論文集，Vol.50，pp1381-1386，2006.
 - 19) 藤田光一，伊藤弘之，小路剛志，安間智之：国土技術政策総合研究所資料第298号 自然共生型流域圏・都市の再生資料集(I)水物質循環モデルを活用した水環境政策評価ー東京湾とその流域を対象としてー，国土交通省国土技術政策総合研究所，2004.
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tmn/tmn0298.htm>)

POLICY MAKING AND PRACTICING PROCESSES FOR SECURING WATER RESOURCES IN THE TOKYO METROPOLITAN AREA TO COPE WITH THE RAPID POPULATION GROWTH

Seiko FUKUDA, Koh-ichi FUJITA, Koji NAGANO and Takeshi ORO

In the Tokyo metropolitan area have shown rapid population growth and urbanization especially during the period of high economic growth, and diverse water policies on flood control, water utilization, and environmental protection have been taken. These are easy-to-understand examples demonstrating the relationship between an external force of population growth and responses to the force. In this study, the structures of response systems, which were assumed to exist between the external force of population growth and responses, were investigated to extract useful knowledge from the experiences in Japan and to process the information for facilitating the water policies to be drawn up for watersheds in Monsoon Asia.