

「論 文」

渇水及び水資源開発事業による筑後川河川流況の変動特性

河 村 明 久 野 祐 輔

九州大学大学院工学研究院環境システム
科学研究センター助教授・工博九州大学大学院工学部都市環境システム
工学専攻修士課程

神 野 健 二

九州大学大学院工学研究院環境システム
科学研究センター教授・工博

要旨：福岡都市圏はその水道水源の約3分の1を圏域外の筑後川に依存している。本論文では、福岡都市圏の水資源管理の一環として、主要水道水源としての筑後川の利水安定性把握を目的とし、流量年表にそのデータが公表されている7流量観測点の日流量データを基に、まず河川流量を平水流量で基準化した場合の渇水流量などの比率を示し、その特性について考察を加えた。次いで、1978年と1994年の大渇水時の流況曲線を描き、確率流況曲線と比較することにより大渇水時の流況特性を明らかにした。さらに主要な2つの水資源開発事業を取り上げ、開発前後の確率流況曲線と比較することにより、流況変動特性を明らかにしその効果・影響を評価した。

キーワード：水資源、河川、渇水、流況曲線、筑後川

分類項目：水資源開発・管理 (040102)、河川 (040105)、渇水その他 (130210)、
河川その他 (040110)

1. はじめに

近年、福岡市とその周辺自治体を含む福岡都市圏は、九州の産業・経済活動の中心として急激な一極集中が進んでおり、その急激な人口増加による水需要量の増加に伴い、水需給は年々逼迫し常に渇水の危機にさらされている（詳細は参考文献^{1)~3)}を参照）。しかしながら、福岡都市圏には大きな河川はなく、また地理的にダム建設適地も少なく、さらに地下水などの自己水源にも乏しいため、かなりの水量を圏域外の県南部に位置する筑後川に依存している。福岡都市圏の各自治体の水道水源としての筑後川への依存度は、その割合が低い自治体でも約20%、高い自治体では約50%と非常に高く、都市圏全体では概ね3分の1となっている⁴⁾。このように筑後川は福岡都市圏の水道水源としての生命線となっている。

そこで本論文では、福岡都市圏の水資源管理の一環として、主要水道水源としての筑後川の利水安定性把握を目的とし、流量年表⁵⁾（国土交通省河川局編：日本河川協会発行）にそのデータが公

表されている筑後川流域の7流量観測点の日流量データを基に、まず河川流量を平水流量で基準化した場合の渇水流量などの比率を示し、筑後川の全般的な流況変動特性について考察を加える。次いで、1978年・1994年の二大渇水年の流況曲線を描き、確率流況曲線と比較することにより大渇水時の流況特性について検討している。さらに主要な2つの水資源開発事業を取り上げ、開発前後の確率流況曲線と比較することにより、流況変動特性を明らかにしその効果・影響を評価している。

2. 筑後川水資源開発事業の概要

筑後川はその源を阿蘇外輪山に発し、日田市において九重連山からの玖珠川を合流し、多くの支川を集めながら筑後・佐賀平野を貫通し、有明海に注ぐ九州随一の河川であり、筑紫次郎の愛称で呼び親しまれてきた⁶⁾。その流域面積は2,860km²（うち山地が約70%、平地が約30%）、幹川流路延長は143.0kmであり、古くから灌漑、舟運、発電等により地域経済に寄与してきた反面、豪雨に見舞われると数々の水害をもたらした。図-1に、

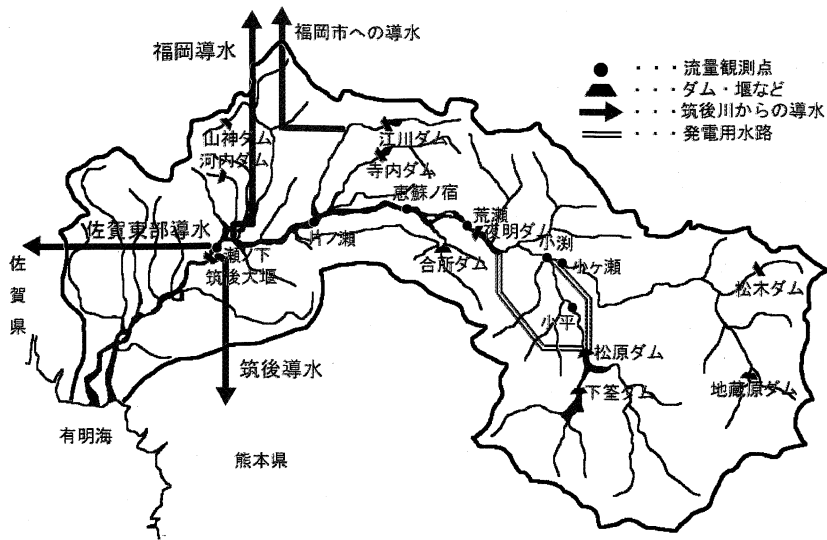


図-1 筑後川流域概要図

筑後川流域の概要図と、筑後川流域に存在する流量観測点のうち、現在流量年表にそのデータが公表されている7流量観測点及び本流域における主要ダムの名称・位置を示す。また同図には、筑後川からの主要な導水及び主要な発電用水路も併記している。

表-1に、筑後川流況に影響を及ぼしたと考えられる水資源開発事業を含む主要な開発事業の一覧を示している。表中、括弧内にダムや堰の目的を略号(表下参照)で示している⁷⁾。なお表-1及び図-1において、総貯水容量が百万m³以下の21ダム及び建設中の4ダムは省略している。表-1に示すように筑後川の水資源開発は、古くは1664年の大石堰第一期工事完成に始まり、その後約30もの農業用堰が築造され灌漑用水として利用されてきた⁶⁾。近年の筑後川における総合開発事業は、1953年の大洪水を契機に建設された『蜂の巣城』で知られる下笠(しもうけ)ダムと松原ダムの両ダム建設事業に始まり、現在までに多くの開発が行われている。これらにより福岡市をはじめ多くの周辺自治体が、その恩恵を受けている。

本論文では、このような多くの筑後川開発事業の中で、特にその影響が大きいと考えられる2つの水資源開発事業(福岡導水及び下笠・松原ダム再開発事業)に着目し、これらが筑後川流況にど

表-1 筑後川開発の歴史

年	事 項
1664	大石堰 (A) 第一期工事完成、山田堰 (A) 築造
1674	大石堰 (A) 築造
1712	恵利堰 (A) 築造
1790	山田堰 (A) の山田石堰 (A) への大改修
1922	地藏原ダム (P) 竣工
1954	夜明ダム (P) 完成
1968	河内ダム (F, A) 竣工
1973	松原 (F, P) ・下笠ダム (F, P) 完成
1974	松木ダム (A) 竣工
1975	江川ダム (A, W, I) 完成
1978	寺内ダム (F, N, A, W) 完成
1979	山神ダム (F, N, W) 完成
1983	福岡導水完成、松原 (F, N, W, P) ・下笠ダム (F, N, P) 再開発事業での運用開始
1985	筑後大堰 (F, N, W) 完成
1993	合所ダム (A, W, I) 完成
1998	山口調整池 (W) 竣工

※F: 洪水調節・農地防災、N: 不特定用水、河川維持用水、A: 灌漑、特定(新規)灌漑用水、W: 上水道用水、I: 工業用水、P: 発電

のような影響を及ぼしたかについて解析を行っている。(なお、下笠・松原ダム完成による影響に

についても解析を行っている。) この場合、用いた河川流量データは、自然流量ではなく、上流ダム群による流量調節後の流量データとなることに注意する必要がある。

1973年完成の下笠・松原ダムは、1953年の梅雨前線に伴って発生した大洪水を契機に計画された筑後川の洪水調節の要であり、水力発電の供給源としてもその役割を果たしている^{7, 8)}。さらにこれらのダムは1983年に再開発が行われ、発電専容量分の運用を変更し、ダム下流沿岸における流水の正常な機能の回復を図るとともに、新たに日田市への水道用水として1日最大8,600m³の開発を行うために、これまでの2つの目的(治水・発電)から4つの目的(治水・発電・不特定用水・上水)に用途変更したものである⁹⁾。

次に1983年の福岡導水とは、江川・寺内ダム、筑後大堰、合所ダム等による開発水量について、大堰湛水区(図-1の瀬ノ下流量観測点よりも上流)より、現在最大2.129m³/sを取水し、福岡地区水道企業団及び佐賀東部水道企業団に原水を供給する事業である⁸⁾。

3. 用いたデータ及びその全般的な流況変動特性

3.1 用いたデータ

本論文では、まず流量年表より、図-1に示す7流量観測点すなわち瀬ノ下(1950年1月1日よりデータ有り)、片ノ瀬(1956年4月24日観測開始)、恵蘇ノ宿(戦後、1955年1月1日観測開始)、荒瀬(1976年1月1日観測開始)、小測(1955年7月22日観測開始)、小平(1958年4月1日観測開始)、小ヶ瀬(1956年1月1日観測開始)の日流量データを、それぞれの流量観測点の観測開始より2000年12月31日まで抽出した。

次に、流量データにはいくつかの欠測値が含まれていたため、これらの欠測値のうち連続欠測期間が短いものに関しては補間を行った。また荒瀬観測点のデータについては、1984年を欠測年として扱った。これらの詳細については、参考文献10)を参照されたい。表-2に、本論文において欠測として扱った年及び解析対象年数を示している。

表-2に示すように、本論文で解析対象としている筑後川流量データは高々50年程度しか存在しないが、本論文ではこの最大限得られるデータを基

表-2 欠測として扱った年及び解析対象年数

観測点名	観測開始年	欠測として扱った年	解析対象年数
瀬ノ下	1950年	1966年	50年
片ノ瀬	1956年	1956年、1965年、1968年	42年
恵蘇ノ宿	1955年	1965年	45年
荒瀬	1976年	1984年	24年
小測	1955年	1955年、1957年、1958年、1960年、1965-1968年	38年
小平	1958年	1958年、1965年	41年
小ヶ瀬	1956年	1961年、1968年、1988年	42年

に、主に確率統計論的に渇水及び水資源開発事業による筑後川河川流況の変動特性を解析している。この場合、渇水に関する解析では母集団として全データを対象としており、概ね50年確率渇水までの渇水評価が可能であり、また水資源開発事業の影響に関しては、その事業に関係する母集団のデータにより信頼性の度合いは変化するものの、本論文では母集団として最低でも10年間のデータを対象としているため、水資源計画で対象とする10年確率渇水までの評価は可能であると考えられる。

3.2 全般的な流量変動特性

はじめに、本論文の目的である渇水及び水資源開発事業による筑後川河川流況の変動特性を解析・評価する前段階として、参考文献10)で解析検討した筑後川の全般的な流量変動特性を簡潔にまとめてみよう。なお参考文献10)では、1999年12月31日までのデータを対象に解析を行っている。

まず7流量観測点における日流量データから、すべての2流量観測点間の相関を求めた結果、一番高い相関を示した瀬ノ下-片ノ瀬観測点間の相関係数は0.97、一番低い小ヶ瀬-小平観測点間の相関係数でも0.83となっており、いずれの流量観測点間においても非常に高い相関が見られ、すべて有意水準0.01%で有意であった。

次に、筑後川流量管理の基準点である瀬ノ下観測点における月平均流量の変動箱ヒゲ図を図-2a)に、年間総流出量の時系列を図-2b)に示す。図-2a)中、黒丸は中央値、箱部は非超過確率25%-75%、ヒゲ部は最小・最大値を示している。この図より6月、7月に流量が特に大きく、またその

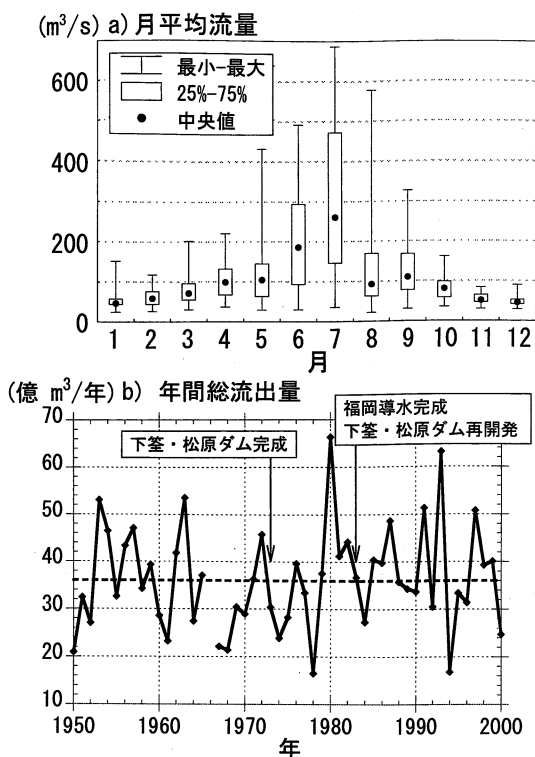


図-2 瀬ノ下流量観測点における
 a) 月平均流量変動箱ヒゲ図
 b) 年間総流出量時系列

変動幅も大きくなっていることがわかる。一方、同じく夏季である8月は変動幅が小さいだけでなく、その流量も6月、7月に比べてかなり小さくなっており、筑後川のダム統合運用における流量調整の影響が出ているものと考えられる。前述のように7流量観測点間の日流量の相関は非常に高いが、この月平均流量の変動傾向も7流量観測点に共通した傾向であった。また図-2b)より、解析対象期間50年における平均年間総流出量は約36億 m^3 であり、1980年、1993年の多雨年では、総流量が60億 m^3 を超えている一方で、1978年、1994年の渇水の起きた年では、20億 m^3 を下回っていることが確認できる。

3.3 流況変動特性

図-3a1)~a4)に筑後川流域にある7流量観測点のうち瀬ノ下・恵蘇ノ宿・小平・小ヶ瀬の4流量観測点における豊水・平水・低水及び渇水流量の流況変動時系列を示している。ここで、豊水・

平水・低水・渇水流量とは、一般的に1年の日流量を降順に並べた場合の、それぞれ95日、185日、275日、355日目の日流量のことである^{11), 12)}。

ここで、参考文献10)では上記の流況変動時系列に対し考察を行ったが、本論文ではさらに、豊水・平水・低水及び渇水流量をそれぞれ平水流量で除して基準化した流況変動時系列を対象に、両者を比較しながら筑後川の流況変動特性を解析してみよう。図-3b1)~b4)に同じく4流量観測点における基準化流況変動時系列を示す。この場合平水流量は常に1となる。

中・下流域に位置する瀬ノ下観測点(図-3a1))と恵蘇ノ宿観測点(図-3a2))における流況変動時系列より、各流量が変動していることが確認できるが、図-3b1), b2)の基準化流況変動時系列を見ると、豊水・低水・渇水流量の平均はそれぞれおよそ1.6, 0.75, 0.5程度となり、解析対象期間を通じて余り変動がないことがわかる。これらは他の中・下流域に位置する、荒瀬・片ノ瀬観測点においても、ほぼ同様の値と傾向を示した。

また、小平観測点における時系列(図-3a3), b3))より、1973年の下笠・松原ダムの完成の影響と1983年の下笠・松原ダムの再開発の影響を把握することができる。すなわち図-3a3)より豊水・平水流量が下笠・松原ダムの治水効果により制御され、その後の再開発後では用途変更のため全体的な流量が増加していることがわかる。特に図-3b3)からは1973年のダム完成後、流量が安定していることが確認でき、1973年以降の基準化された豊水・低水・渇水流量の平均はそれぞれ約1.65, 0.8, 0.66程度であり、前述の中・下流域における値とはほぼ同様になっている。

次に、小ヶ瀬観測点(図-3a4))においては、低水・渇水流量が1995年以降急激に増加していることが確認できる。これは河川維持用水のために発電用水利権が見直され、減水区間解消により河川流量が復元されたためであると考えられる。このため基準化した豊水流量は、図-3b4)のように1995年以降安定化し、その平均値は約1.46となり中・下流域と同じ程度に落ち着いている。なお基準化した低水・渇水流量については全期間を通じて中・下流域と同様の値となっている。

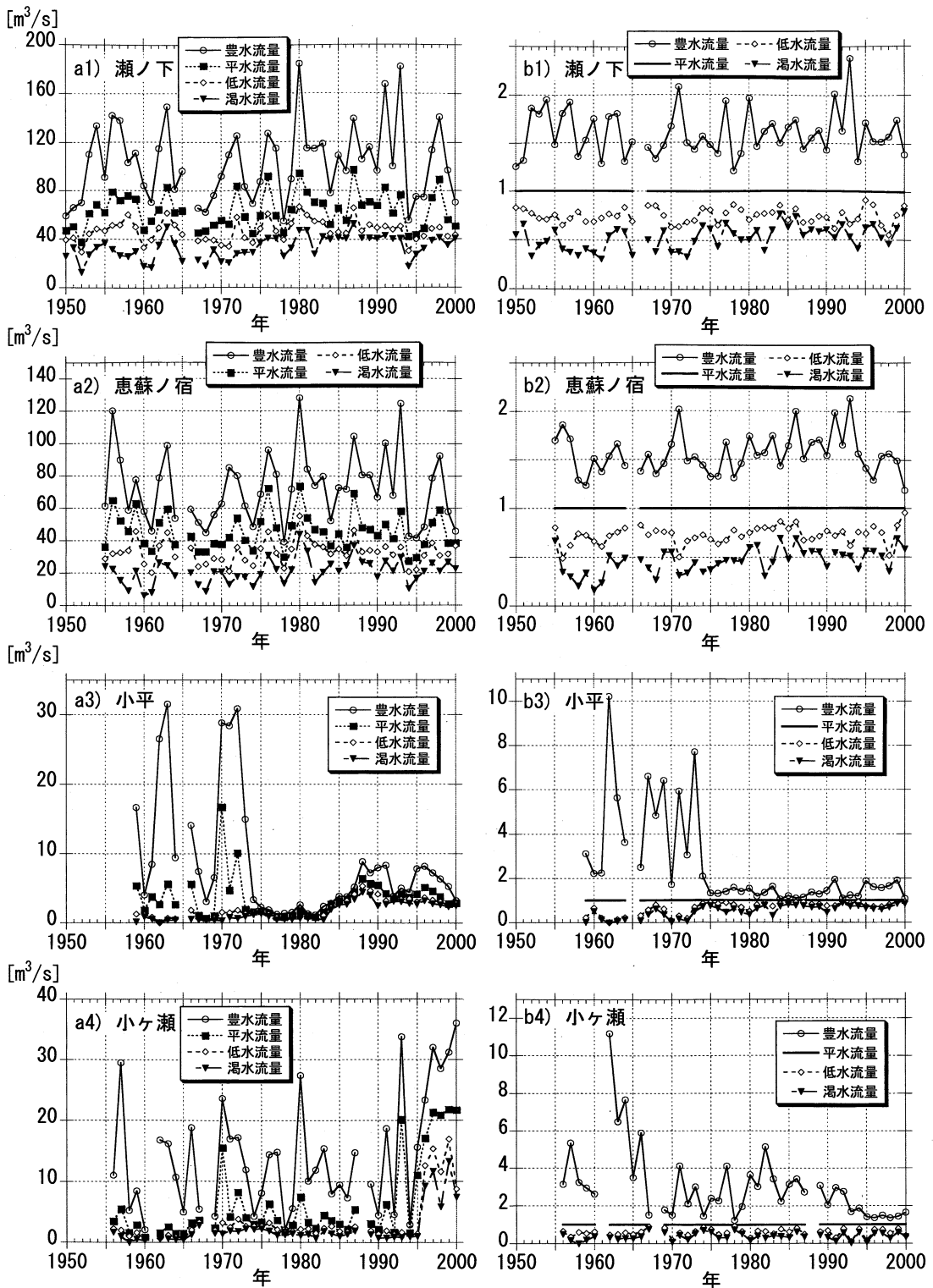


図-3 筑後川流域4流量観測点における a) 流況変動時系列及び b) 基準化流況変動時系列

以上のようなことから、筑後川河川流量を平水流量で基準化することにより、平水流量に対する豊水・低水・渇水流量の割合が示され、中・下流域においては、年及び観測点にかかわらず、例えば基準化渇水流量については約0.5であることが示された。また、上流域においてもダム完成後や水利権の見直し後に流況が安定した場合、中・下流域と同様の傾向となることが示された。

4. 渇水年の流況変動特性

4.1 渇水の概況

北部九州は1978年と1994年に甚大な渇水に見舞われた。1978年の大渇水においては、特に福岡市の給水制限日数は287日に及び、渇水評価指標(節水率×給水制限日数)は8,160%日とこれまでの全国の渇水の最大を記録している¹³⁾。また、その16年後の1994年の西日本渇水においては、福岡市の年間降水量は観測史上最低を記録し、給水制限日数は295日と1978年渇水をしのぐものとなった。しかし1978年渇水以降、福岡導水等の完成による水源の強化、高度な配水管理システムの導入、市民レベルの節水の努力など様々な水資源対策や水管理政策などの取組みにより、渇水評価指標は5,123%日に留まった³⁾。

1983年の福岡導水以降の1994年渇水においては、18回もの筑後川水系渇水調整連絡会などが開催され、14回の渇水調整が行われた。これにより上水道水源として筑後川から取水している福岡地区水道企業団、福岡県南広域水道企業団、佐賀東部水道企業団、福岡市などでは、それぞれ最大55%、40%、40%、78%の取水制限が実施された。これら上水道を含む都市用水の筑後川からの合計取水制限量は約6,390万 m^3 に達し、1日基準取水量である45万 m^3 の約142日分にも及ぶものとなった¹⁴⁾。

また近年では、2002年にも筑後川水系は渇水に見舞われ、福岡都市圏では蛇口での給水制限には至らなかったものの、上記水道企業団においては筑後川から最大55%の取水制限が実施された¹⁵⁾。

このように福岡都市圏の水道水源の生命線である筑後川からの取水は、渇水時には取水制限が頻繁に実施され、水源としての安定性は余り高いものとは言えない実情にある。

4.2 流況曲線による渇水年の流況変動特性

本論文では上記二大渇水年における筑後川の流況変動特性について、理解が視覚的にも容易な流況曲線を用いることにより検討を行う。なお、渇水持続曲線を用いた1994年渇水時の流況特性については、参考文献16)を参照されたい。

流況曲線とは、通常、河川のある地点での1年間の日平均流量について作られ、横軸に暦日に無関係に1年間の日数をとり、縦軸に日流量をとって大きいものから順次配列し図示したものである¹¹⁾。これは河川の流況特性を把握するための基本的かつ代表的なものとして用いられている。本論文では、流況曲線として著者らが参考文献12)において提案した「昇降順対数流況曲線」を適用して以後の検討を行うこととする。この昇降順対数流況曲線は通常の流況曲線を改良したもので、降順位日数及び昇順位日数がそれぞれ183日目までの日流量を、同時に同じ対数軸上にプロットするものである。昇降順対数流況曲線は、これまでの流況曲線に比べて、同時に何本か描いても容易にその差異が認識でき、また低水及び高水の極値部分を共に強調できる特徴を有する。なお参考文献12)では、この昇降順対数流況曲線を提案するに至った過程やその特性について詳しく考察を加えている。

図-4に瀬ノ下観測点における1978年・1994年の二大渇水年に対する昇降順対数流況曲線を示す。

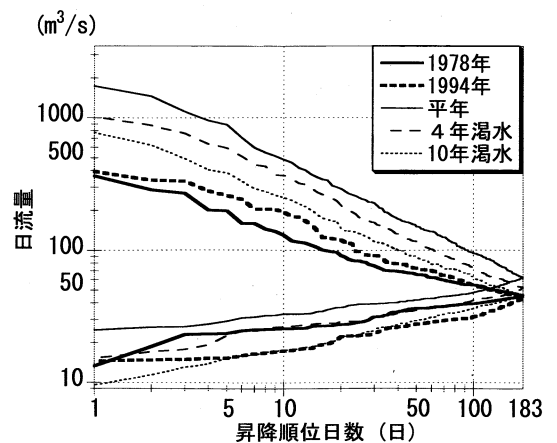


図-4 瀬ノ下観測点における二大渇水年に対する流況曲線

また比較のため、10年、4年確率渇水年及び平年（それぞれ非超過確率10%、25%、50%に対応）に対する確率流況曲線も併記している。本流況曲線においては、渇水流量は昇順位日数10日の値（厳密には11日、閏年では12日）、豊水流量、低水流量は降順位・昇順位日数がそれぞれ100日付近の値、そして平水流量は図の一番右側（降順位・昇順位日数が183日）の値として目算することができる。

図-4より、両渇水年ともに平水流量以上の流量は10年確率渇水年をかなり下回り、特に最大日流量が著しく小さいことがわかる。また豊水流量以上の流量については、1978年渇水の方が1994年渇水に比べかなり小さくなっている。次に、平水流量以下の部分を見てみると、1978年渇水では低水流量以下が4年確率渇水年とほぼ同程度となっている一方、1994年渇水では10年確率渇水年と同程度もしくはそれ以下となっている。しかし、1994年渇水では渇水流量以下の部分がほぼ一定となり、10年確率渇水年を上回っている。これは、次節で詳述するように、福岡導水事業の影響と考えられる。

以上、瀬ノ下観測点における二大渇水年の流量変動特性を比較すると、1994年は1978年に比べ、平水流量以上の流量は大きいものの平水流量以下の流量はかなり小さく、全体的に1年を通じて流況変動が大きく厳しい渇水であるという特徴が見て取れる。

次に、瀬ノ下観測点以外の6観測点における二大渇水年の昇降順対数流況曲線を同様に図-5a)~f)に示す。中・下流域の片ノ瀬・恵蘇ノ宿・荒瀬観測点での流況曲線（図-5a)~c)）からは、二大渇水年について瀬ノ下観測点の場合とほぼ同様のことがいえる。すなわち、両渇水年とも平水流量以上の流量までは10年確率渇水年のそれをかなり下回ること、平水流量以下の流量は1994年の方が1978年のそれをかなり下回ることなどがいえる。ただし、平水流量以上の流量の差は両渇水年で余り差がない。また、平水流量以下の流量については、瀬ノ下観測点では1978年渇水及び1994年のそれはそれぞれ4年及び10年渇水程度となっているのに対し、上記3観測点ではそれ以上に流量

が小さく厳しい渇水状況となっており、この点は瀬ノ下観測点とはやや異なる特性である。

一方、上流域の小測・小平・小ヶ瀬観測点では、図-5d)~f)に示すように、下笠・松原ダムの再開発による影響や発電用水の取水及びそのショートカットによる放流など、人為的な流量調整の影響が二大渇水年の流況に強く反映している。特に小平観測点においては、昇降順対数流況曲線の形状が中・下流域の直線状（図-4及び図-5a)~c)）とは著しく異なり、また1994年の流況が年間を通じて1978年のそれをはるかに上回るなど、かなり特異な流況曲線となっている。これは、図-3a3)にその影響が見られるように、下笠・松原ダムの再開発事業により渇水対策がなされた結果と考えられる。

5. 水資源開発事業前後での流況変動特性

5.1 福岡導水事業による流況変動特性

1983年の福岡導水事業が河川流況に及ぼした影響を見てみよう。前述のように福岡導水事業は、図-1に示す筑後大堰湛水区域内の瀬ノ下観測点の上流より現時点で最大 $2.129\text{m}^3/\text{s}$ を取水し、水道用水として導水する事業である。この事業では筑後川下流における漁業や海苔業を考慮して、筑後川流量の基準地点である瀬ノ下観測点における流量が $40\text{m}^3/\text{s}$ を下回らないよう上流ダム群により流況調整がなされている。既出の瀬ノ下観測点における流況変動時系列（図-3a1)）を見ると、1982年以前は渇水流量が $40\text{m}^3/\text{s}$ を下回る年が大半を占めるものの、1983年以降1994年の大渇水の影響を除き、渇水流量が $40\text{m}^3/\text{s}$ に保持されていることが分かる。すなわち本水資源開発事業により渇水流量が増加したことが見て取れる。ここでは本事業による流況への影響・効果を事業完成前後の流況曲線より詳しく検討する。

図-6に、中・下流域の瀬ノ下・片ノ瀬・恵蘇ノ宿観測点における、福岡導水完成前後での10年確率渇水年及び平年（それぞれ非超過確率10%、50%に対応）に対する昇降順確率対数流況曲線を示す。なお、導水完成前の瀬ノ下・片ノ瀬・恵蘇ノ宿観測点の解析対象データはそれぞれ33、25、28年で、完成後は全て17年である（表-2）。また中流の荒瀬観測点は完成前のデータ年数が少ないた

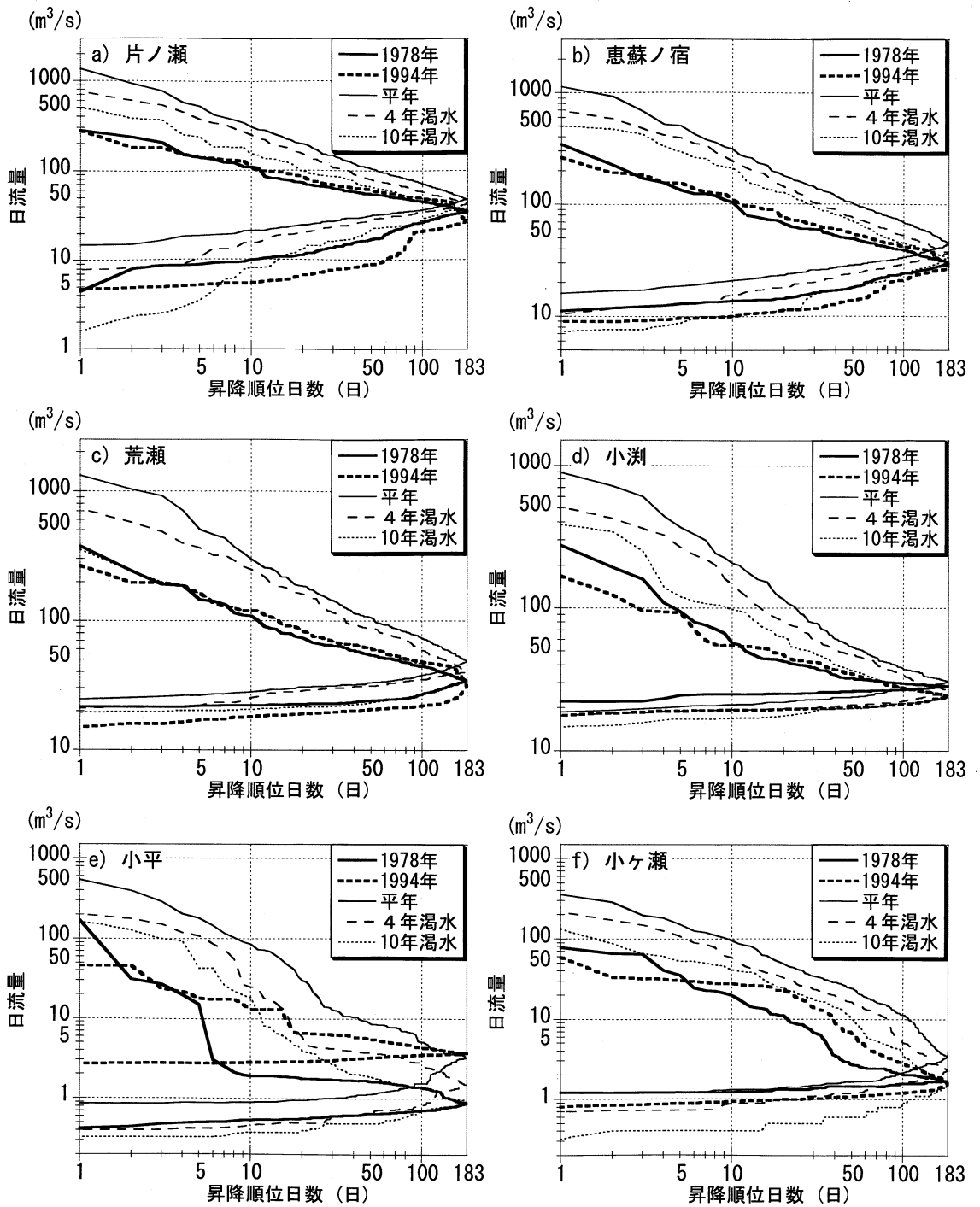


図-5 瀬ノ下以外の6観測点における二大渇水年に対する流況曲線

め解析対象外とした。図-6a) の瀬ノ下観測点を見ると、平水流量以上の流量については、10年確

率渇水年・平年ともに導水完成前後において大きな流量の差異は認められない。しかし低水流量以

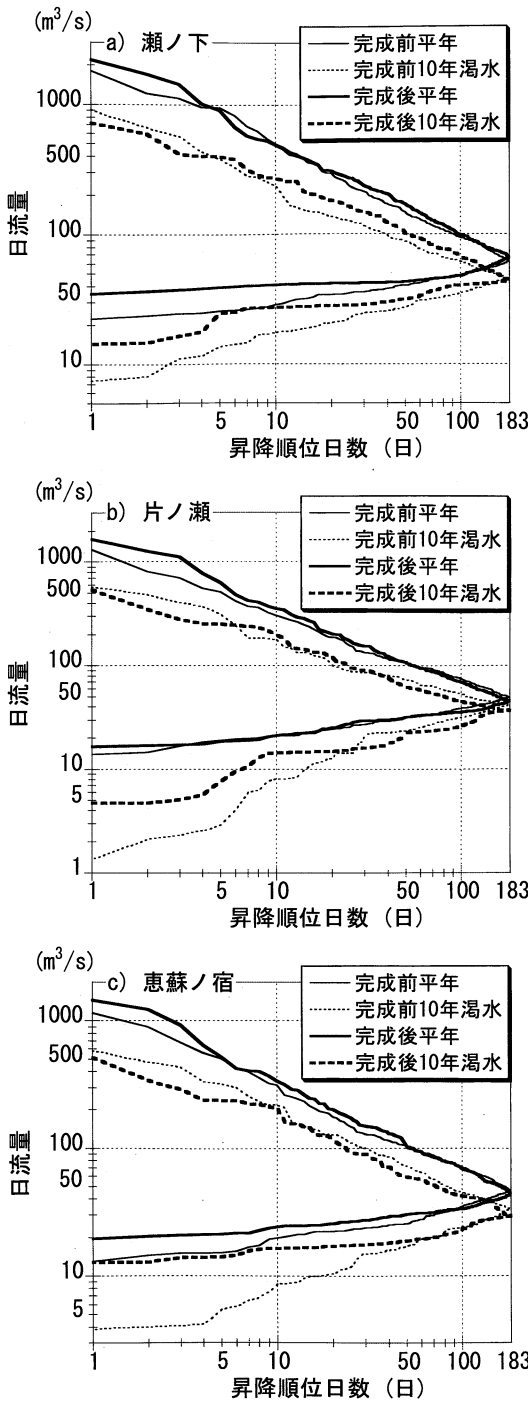


図-6 中・下流域宿観測点における福岡導水事業完成前後での流況曲線

下の流量では、10年確率渇水年・平年共に完成前に比べ流量が増加しており、特に完成後の10年確

率渇水年の渇水流量は完成前の平年と同程度の流量となっていることから、渇水年での大幅な流量増加が確認できる。

次に、図-6b)、c) の片ノ瀬・恵蘇ノ宿観測点での流況曲線を見ると、福岡導水事業の影響は平年においては余り明確ではないが、10年確率渇水年では導水完成後、瀬ノ下観測点同様、特に渇水流量以下の流量に顕著な増加が見られ、本水資源開発の有効性が確認できる。

5.2 下釜及び松原ダムの完成及び再開発による流況変動特性

2. で述べたように、1973年完成の下釜・松原ダムは1983年に再開発が行われ、これまでの2つの目的(治水・発電)から4つの目的(治水・発電・不特定用水・上水)に用途変更されている。ここでは、小平観測点における流況変動時系列(図-3 a3)) から確認できた下釜・松原ダムの完成及び再開発事業の影響について、流況曲線を用いてさらに詳しく検討してみよう。図-7に、小平観測点(下釜・松原ダム直下流に位置)、小淵観測点(支川である玖珠川との合流地点下流に位置)における下釜・松原ダム完成前後及び再開発後の3つの期間(以後それぞれ期間Ⅰ・Ⅱ・Ⅲと記述する)に対する平年及び10年確率渇水年(それぞれ非超過確率50%、10%に対応)の流況曲線を示す。解析対象年数は期間Ⅰにおいては小平14年、小淵10年であり、期間Ⅱ及びⅢはいずれの観測点においてもそれぞれ11年、18年となっている。なお、上流に位置するもう一つの小ヶ瀬観測点については、これが下釜・松原ダムとは別の支川に位置する観測点であるため対象外としている。

まず小平観測点(図-7a1)、b1)) を見てみると、ダム完成前後(期間Ⅰ・Ⅱ)で、平年においては低水流量以上、10年確率渇水年においては平水流量以上の流量が大幅にカットされており、ダムの洪水調節の効果が現れているといえよう。また、特に10年確率渇水年において渇水流量が大幅に増加しており、利水効果にもかなり貢献したことが分かる。さらに再開発後(期間Ⅲ)には、平年及び10年確率渇水年ともに、特に平水流量以下の流量がさらに大幅に増加しており、下流沿岸における流水の正常な機能回復と新たな水道用水の開発

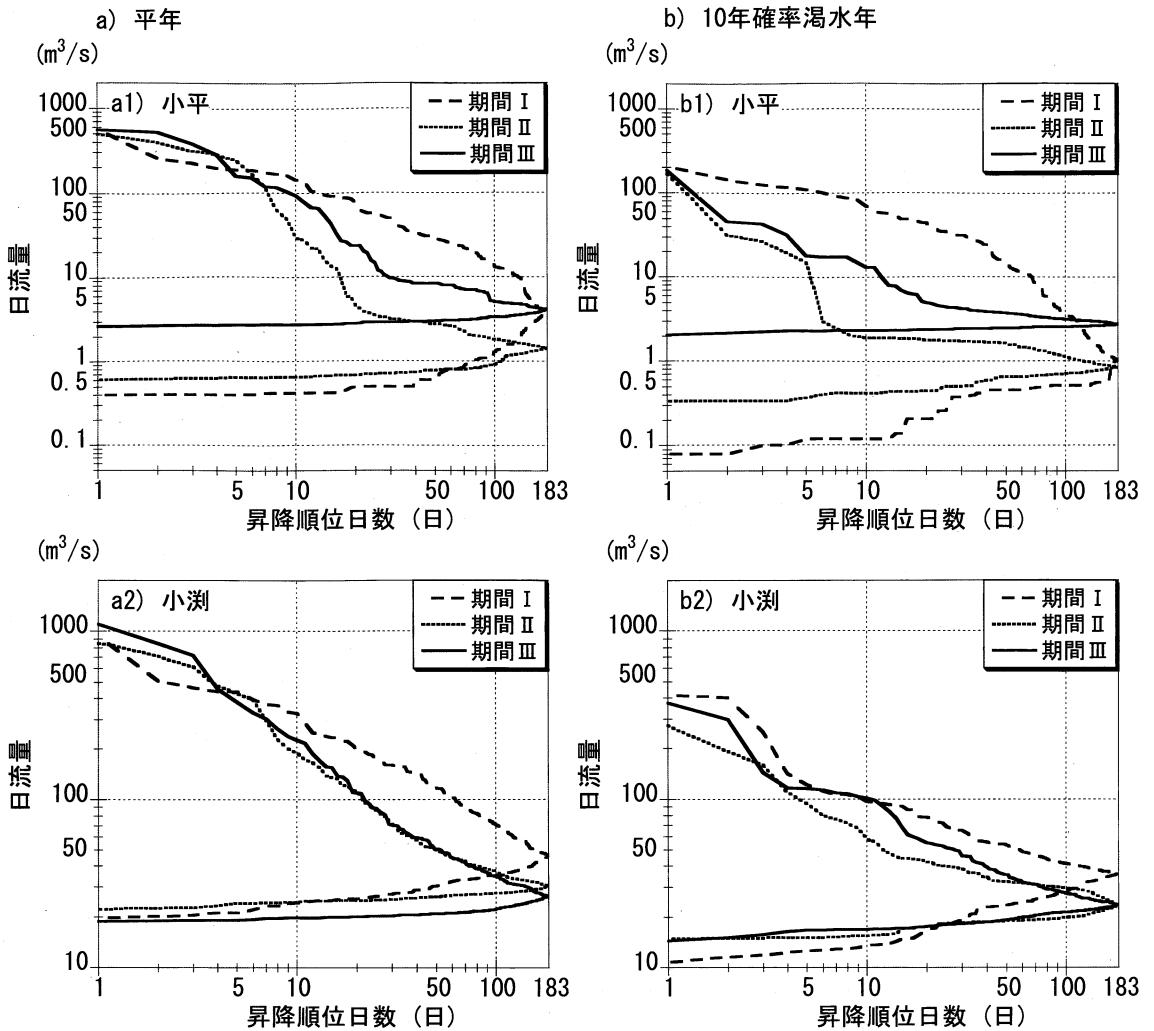


図-7 上流域観測点における下笠・松原ダム完成前後及び再開発後（それぞれ期間Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ）での a) 平常及び b) 10年確率渇水年に対する流況曲線

を目的として行われた発電専用容量分の運用変更の効果がはっきりと現れている。

次に小湊観測点（図-7a2、b2）を見てみると、同じくダム完成前後（期間Ⅰ・Ⅱ）において、平水・低水流量以上の流量の大幅なカットは確認できる一方、渇水流量に関してはあまり変化なく、小平観測点で見られたような利水効果はほとんど見られない。また再開発後（期間Ⅲ）を見てみると、10年確率渇水年の豊水流量以上の流量について、やや増加傾向が見られるものの、平水流量以下の流量は、平常及び10年確率渇水年ともにほぼ

同様であり、ダム再開発の効果はあまり見られない。これは、小湊観測点が支川である玖珠川の合流地点下流に位置し、支川流況の影響を受けことや、再開発事業が発電用水の運用変更によるものであり、小平観測点上流で取水された発電用水が小湊観測点の上流もしくは下流地点に放流されているためであると考えられる。

6. むすび

本論文では、福岡都市圏の水道水源としての生命線となっている筑後川の流況変動特性について、7 流量観測点の日流量データを基に、まず筑後川

の全般的な流況変動特性について、平水流量による基準化流況変動時系列などを用いて考察を加えた後、1978年・1994年の二大渇水年の流況変動特性について検討した。そして、筑後川開発事業の中でその影響が特に大きいと考えられる福岡導水及び下笠・松原再開発事業の2つの水資源開発事業、さらには下笠・松原ダム完成に着目し、これらが筑後川流況に及ぼした影響について確率流況曲線を用いて解析を行った。その結果得られた主要な流況変動特性を挙げると以下ようになる。

- ① 中・下流域においては、平水流量に対する豊水・低水・渇水流量の値は、多雨年・小雨年及び観測点に関わらず平均でそれぞれおよそ1.6、0.75、0.5程度である。また上流域においても近年は流況調整の影響により同様の傾向を示す。
- ② 1978年・1994年の二大渇水年の流況は、中・下流域においては、両渇水年とも平水流量以上の流量は10年確率渇水年をかなり下回り、特に最大日流量が著しく小さい。1994年は1978年に比べ、平水流量以上の流量は大きいものの平水流量以下の流量が1978年をかなり下回り、1年を通じて全体的に流況変動が大きく厳しい渇水であった。また上流域においては流況調整の影響により流況曲線がかなり特異な形状を示す。
- ③ 福岡導水事業前後において、平水流量以上の流量については大きな差異は認められないものの、低水流量以下の流量は完成前に比べ増加しており、特に完成後の10年確率渇水年の渇水流量は大幅に増加している。
- ④ 下笠・松原ダムの完成により、ダム直下流の小平観測点においては、平水流量以上の流量が大幅にカットされ、渇水流量はかなり増加している。また再開発事業により、平水流量以下の流量がさらに大幅に増加しており、本事業の効果がはっきりと確認できる。ただし支川合流後の小測観測点においてはこれらの影響は余り見られない。

以上の流況変動特性が、福岡都市圏の主要水道水源としての筑後川の利水安定性把握の一助として、福岡都市圏の水資源管理に貢献できれば幸い

である。

最後に、本論文は筑後川を対象として河川流況の変動特性解析を行っているが、ここで用いた解析手順や手法を適用することにより、他都市圏の水道水源流域での渇水や水資源開発事業による流況変動を評価することが可能であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 財団法人福岡都市科学研究所：2010年福岡の都市像に関する研究、隆文堂印刷 (1995)
- 2) 河村 明：水需要モデル、“2010年”福岡の都市像に関する研究 (モデル編) 報告書、pp.5.1～5.52 (1995)
- 3) Kawamura, A. and Jinno, K.: Integrated water resources management in Fukuoka Metropolitan Area, Environmental Research Forum, Vol.3&4, pp.97～109 (1996)
- 4) 神野健二・河村 明・田尻 要：筑後川、筑紫平野の渇水～福岡都市圏を中心として、雨水技術資料、第16巻、pp.9～15 (1995)
- 5) 国土交通省 (建設省) 河川局編：流量年表
- 6) 河村 明：豊作を願う筑後川の井堰3兄弟、土木学会誌第84巻第9号、pp.42～43 (1999)
- 7) 財団法人日本ダム協会：ダム年鑑 2002、pp.238～241 (2002)
- 8) 水資源開発公団筑後川開発局：パンフレット 筑後川-水・未来 (2001)
- 9) 中島一之：下笠ダム及び松原ダムの建設 (再開発) 事業の概要と今後の課題、月刊ダム日本、No.479, pp.15～24 (1984)
- 10) 久野祐輔、河村 明、神野健二：筑後川河川流況の長期的変動特性について、第6回水資源に関するシンポジウム論文集、pp.189～194 (2002)
- 11) 土木用語辞典編集委員会編：土木用語辞典、土木学会、コロナ社・技報堂、p.567 (1971)
- 12) 河村 明、久野祐輔、神野健二：昇降順対数流況曲線の提案、土木学会論文集、第761号/II-67、pp.91～94 (2004)
- 13) 河村 明：昭和53年福岡大渇水との比較、土木学会誌、Vol.80, pp.96～97 (1995)
- 14) 九州地方建設局：平成6年渇水の記録 (1996)
- 15) 里村大樹、河村 明、神野健二：2002年筑後川渇水における山口調整池の運用について、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.B-128～B-129 (2004)
- 16) 小池順也、河村 明、神野健二：渇水持続曲線からみた平成6年の筑後川の流量に関する考察、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.202～203 (1998)
- 17) 河村 明、神野健二、小池順也：福岡導水事業前後の筑後川流量の利水特性の変化、水文・水資源学会1998年研究発表会要旨集、pp.74～75 (1998)

(平成15年12月16日受付)