

# (34) 筑後川河川流況の長期的変動特性について

## LONG-TERM FLUCTUATION CHARACTERISTICS OF HYDROLOGICAL REGIME OF THE CHIKUGO RIVER

久野 祐輔<sup>1</sup>・河村 明<sup>2</sup>・神野 健二<sup>3</sup>

Yusuke Kuno, Akira Kawamura, Kenji Jinno

<sup>1</sup> 九州大学大学院 工学府 都市環境システム工学専攻  
(〒810-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

<sup>2</sup> 九州大学工学研究院 環境システム科学研究センター 助教授  
(〒810-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

<sup>3</sup> 九州大学工学研究院 環境システム科学研究センター 教授  
(〒810-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

本論文では、流量年表にある日流量データを用いて、筑後川河川流況の長期的な変動特性について検討している。まず、筑後川流域にある7流量観測点について、1999年までの日流量データを抽出した後、補間可能な欠測データの補間を行い、観測点間の相関、月別流量変動箱ヒゲ図などの統計的特性などについて検討を行った。次に、各観測点における豊水、平水、低水、および渇水流量の流況変動時系列を作成し、長期的変動特性について検討を行った。特に福岡導水事業前後、および下笠・松原ダム完成前後における流況変動箱ヒゲ図を作成し、それらの流況に及ぼした影響などについて検討を行った。

**Key Words:** *the Chikugo River, hydrological regime, long-term fluctuation, statistical characteristics*

### 1. はじめに

現在の水資源開発は、「新しい全国水資源計画」(ウォータープラン 21)<sup>1)</sup>によると、全国レベルのマクロな水需給バランスについては改善されつつあるとなっている。しかし、ミクロな地域レベルで見ただけの場合、水利用の安定性に地域的な偏りが見られる。

特に福岡都市圏では、福岡市への産業・経済活動の一極集中の結果、そのベットタウンとして急速に人口が増加しており、これ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のが現状である。しかしながら、福岡市都市圏には大きな河川および流域はなく、また自己水源にも乏しいため、その水道水源の約3分の1を圏域外の県南部に位置する筑後川に依存している。さらに、北部九州地方の都市の発展に伴って筑後川に対する水資源のニーズが高まる一方で、流域周辺の自治体および流域周辺の農業者、下流域における産業、漁業などとの水利権の調整が問題となっている。

そこで本論文では、福岡都市圏水資源管理のために、筑後川における河川流況を把握することを目的とし、流量年表<sup>2)</sup>(国土交通省河川局編：日本河川協会発行)より筑後川流域にある流量観測点の日流量データを抽出した後、筑後川流況変動時系列などを作成し、筑後川における河川流況の長期的変動に

ついて検討を行った。なお、渇水持続曲線からみた1994年渇水時の流況特性については、参考文献<sup>3)</sup>を参照されたい。

### 2. 解析に用いた流量データ

#### (1) 筑後川流域の概要

筑後川は九州随一の河川であり、その流域面積は2,860km<sup>2</sup>、幹川流路延長は143.0kmである<sup>4)</sup>。図-1に、筑後川流域の概要図と、筑後川流域にあ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、および本流域における主要ダムなどの名称・位置を示す。

筑後川における総合開発事業は、昭和28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ダムと松原ダムの両ダム建設事業に始まり、現在では福岡市をはじめとして、多くの周辺自治体はその恩恵を受けている。筑後川における河川流量は自然流況ではなく、上流ダム群による流量調節後の流量となることに注意する必要がある。表-1に流況に影響を及ぼしたと考えられる筑後川開発の一覧を示している<sup>5)</sup>。表中、括弧内の記号については、表下に示す略号を用いたダムや堰の目的を示している。なお、表-1において総貯水容量が百万m<sup>3</sup>以下の21ダムおよび建設中の4ダムは省略している。

表-1 筑後川水資源開発の歴史

年	事項
1664	山田堰 (A) 築造
1674	大石堰 (A) 築造
1712	恵利堰 (A) 築造
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 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

(2) データの概要

本論文では、筑後川流域にある7流量観測点、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)、小淵(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)

始)の日流量データを1999年まで抽出した。

データの入力に関して、まず1993年以降の日流量データについては流量年表付属のフロッピーディスクにテキストファイル(CSV形式)として収録されているものを用いた。次に1992年以前の日流量データは、流量年表から値を読み取り、手入力を行った。入力したデータのタイプミスの確認は、年合計日流量および月合計日流量を計算し、これらを流量年表の値と照合し、確認、修正を行った。

ここで、手入力中に気になった点を挙げておく。まず、ある期間において同じ数値が何日も続くことがあるという点。これは筑後川流域中で上流に位置する小平、小ヶ瀬流量観測点のデータによく見られた。この2流量観測点については、特に冬場の流量 $1\text{m}^3/\text{s}$ を下回る場合にこの現象が多く見受けられた。一例として小平流量観測点において1963年1月1日から2月5日までの流量値は $0.7\text{m}^3/\text{s}$ となっており、隣接流量観測点における同時期のデータ変動などを考慮すると、不自然さが感じられた。さらに、比較的下流に位置する流量観測点においても、1ヶ月にわたるほどの長期的なものではないものの同じ現象が見られる。

また、1984年の荒瀬流量観測点のデータについては、1984年1月1日から7月28日までの210日間は前年の1983年とまったく同じになっている。例えば最大流量について見てみると、2年とも7月16日に $1024.63\text{m}^3/\text{s}$ と記録されており、明らかにデータが誤っているものと推測される。なお、1984年のデータでは、上記期間を含め合計253日分が前年と同じ日に同じ値となっていた。以上のことから、荒瀬観測点については、1984年を欠測年として扱い、以下の解析対象外とした。

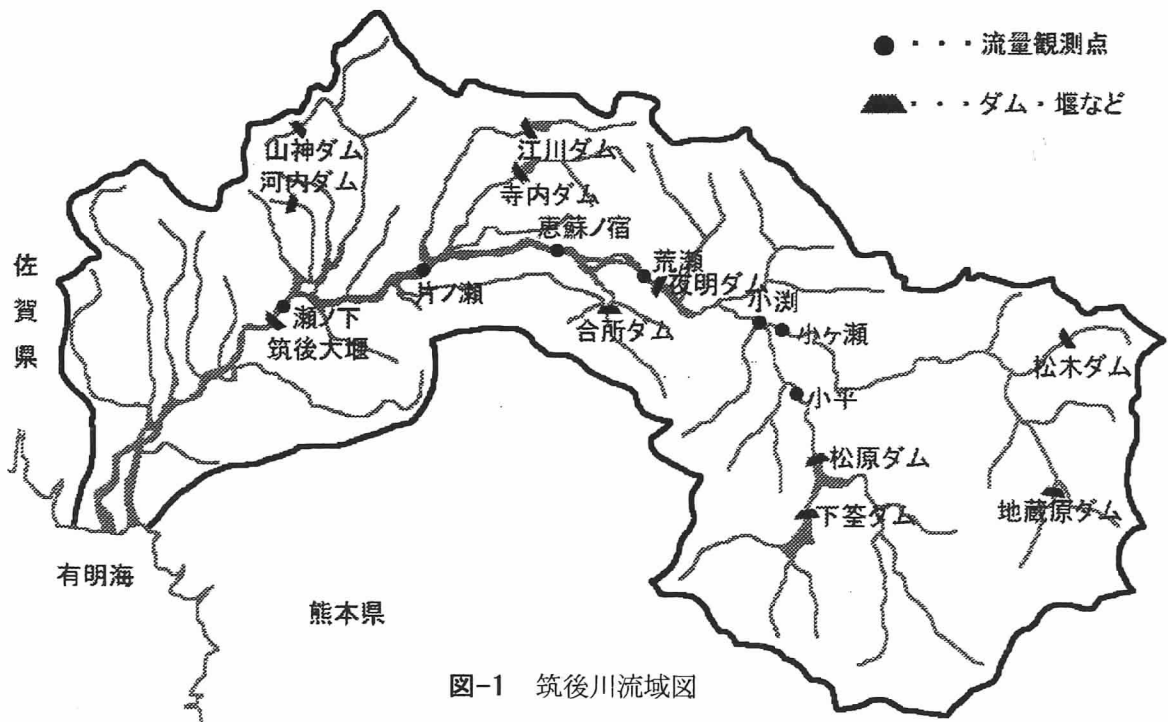


図-1 筑後川流域図

表-2 各観測点における年合計欠測日数と解析対象年数

観測点名	年合計欠測日数	解析対象年数
瀬ノ下	'52年(2日), '53年(1日), '66年(22日)	49年
片ノ瀬	'56年(20日), '65年(62日), '68年(19日)	41年
恵蘇ノ宿	'65年(33日)	44年
荒瀬	欠測はないが, 1984年は欠測扱い	23年
小湊	'57年(104日), '58年(120日), '60年(31日), '73年(1日), <'65~'68年はデータなし>	37年
小平	'65年(96日), '71年(14日), '72年(5日)	40年
小ヶ瀬	'61年(10日), '65年(1日), '68年(53日), '88年(29日), '89年(2日), '90年(3日)	41年

※下線は補間した年を示す。

表-3 相関表

瀬ノ下	0.97	0.96	0.96	0.92	0.89	0.86
	片ノ瀬	0.97	0.97	0.94	0.90	0.88
		恵蘇ノ宿	0.97	0.94	0.91	0.89
			荒瀬	0.97	0.92	0.91
				小湊	0.94	0.89
					小平	0.83
						小ヶ瀬

### (3) 欠測値の補間

流量データにはいくつかの欠測データが含まれている。表-2に各観測点におけるデータの欠測日数を示す。欠測のうち連続欠測日数が2日以下の場合、線形近似によりその欠測を補間した。また、小平観測点においては1971年に4日連続欠測があったが、これについては下流のデータをもとに補間した。なお、補間した欠測年については表中に下線で示しており、補間後の解析対象年数も併記している。

## 3. 日流量の一般的統計特性

### (1) 流量観測点間の相関

表-3に7流量観測点における日流量データから、すべての2観測点間の相関を求めた結果を示す。いずれの関係においても非常に高い相関があり、すべて有意水準0.01%で有意であった。特に下流側に位置する5流量観測点(瀬ノ下, 片ノ瀬, 恵蘇ノ宿, 荒瀬, 小湊)間では、相関係数が0.92以上となっている。この場合、隣接する観測点間においては0.97となっており、観測点間距離が近いほど、相関係数が大きくなるのがわかる。一番高い相関を示した瀬ノ下—片ノ瀬観測点間の散布図を図-2(a)に、一番低い相関を示した小ヶ瀬—小平観測点間の散布図を図-2(b)に示す。小ヶ瀬—小平観測点間の相関が一番低い相関を示したことについては、それぞれの観測点異なる支川に位置することから当然のことと言えよう。

### (2) 月平均流量変動

図-3に瀬ノ下, 小湊, 小ヶ瀬流量観測点における月平均日流量変動箱ヒゲ図を示す。図中、黒丸は中

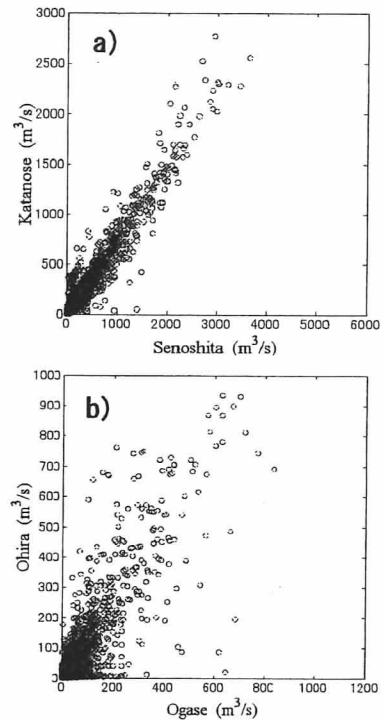


図-2 瀬ノ下—片ノ瀬観測点間(a), 小ヶ瀬—小平観測点間(b)の散布図

央値, 箱部は超過確率25%—75%, ヒゲ部は最小・最大値を示している。瀬ノ下観測点(図-3(a))は筑後川流量管理の基準点であり、小湊観測点(図-3(b))は瀬ノ下と相関の高かった5流量観測点の中で一番遠い観測点、小ヶ瀬観測点(図-3(c))は瀬ノ下との相関が一番低かった観測点である。瀬ノ下観測点(図-3(a))について見てみると、6月, 7月に流量が大きく、またその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6月, 7月に比べて流量が少なくなっているだけでなく、変動幅も小さくなっていることがわかる。これは、筑後川における流量調整の影響であると考えられる。次に小湊(図-3(b)), 小ヶ瀬(図-3(c))について見てみると、月平均日流量の変動傾向は、瀬ノ下と同様の傾向をみることができ、これは筑後川流域における7流量観測点に共通した傾向である。

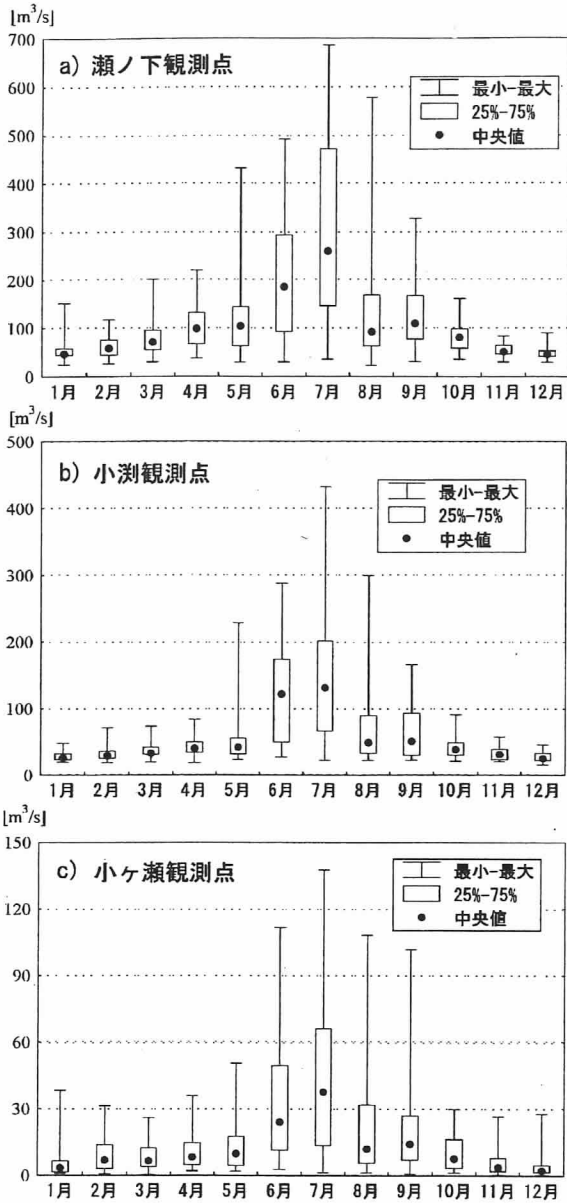


図-3 瀬ノ下，小瀨，小ヶ瀬流量観測点における月平均日流量変動箱ヒゲ図

#### 4. 筑後川における流況特性

図-4 に瀬ノ下観測点における年間総流出量の時系列を示す。解析対象期間49年における平均年間総流出量は約360億 $m^3$ で、標準偏差は約110億 $m^3$ である。この図より、1980年、1993年の多雨年には、総流量が600億 $m^3$ を超えている一方で、1978年、1994年の渇水の起きた年では、200億 $m^3$ を下回っていることが確認できる。

次に、図-5(a)～(g)に7流量観測点における豊水、平水、低水、および渇水流量の流況変動時系列を示す。この図より、下流4観測点{瀬ノ下(図-5(a))、片ノ瀨(図-5(b))、恵蘇ノ宿(図-5(c))、荒瀨(図-5(d))}での流況変動傾向はよく似ていることが確認できる。特に図-4においてははっきりと確認することができた多雨年(1980年、1993年)ではいずれの観測点においても豊水流量が大きくなっている。し

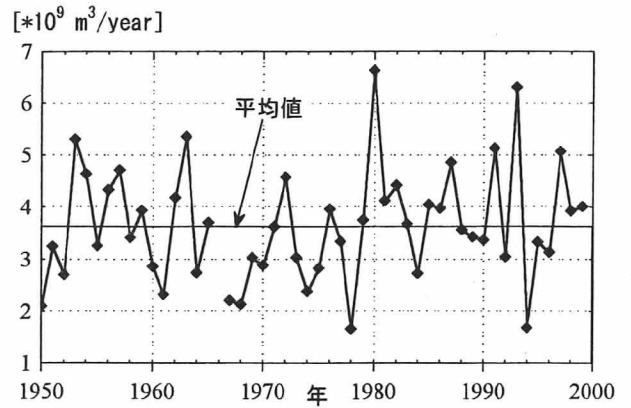


図-4 瀬ノ下観測点における年間総流出量時系列

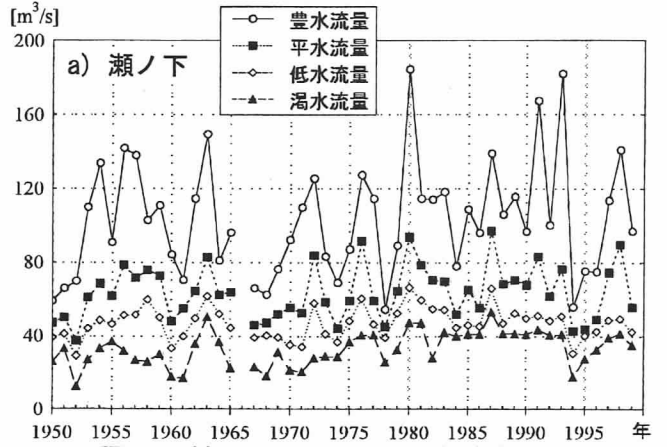


図-5 瀬ノ下における流況変動時系列

かし、図-4 で年間総流出量が少なかった渇水年(1978年、1994年)においては、確かに渇水流量が小さくなっているものの、1980年以前にも同程度の渇水流量が頻繁に起こっていることがわかる。これは逆にいうと後述するように、筑後川における総合開発事業によって、近年の渇水流量が増加傾向にあるということである。

ここで図-5(a)の筑後川流量管理の基準点である瀬ノ下観測点の変動を見ると、1983年から渇水流量が40 $m^3/s$ を上回っていることがわかる。これは筑後川下流における漁業や海苔業を考慮して瀬ノ下でのダムの統合運用により調整しているためと考えられる。このことについて、図-6(a)～(d)に1983年の福岡導水完成前後での瀬ノ下における豊水、平水、低水、および渇水流量の変動箱ヒゲ図を示す。これより、渇水流量が大幅に増加し、低水流量の変動が小さくなっていることが視覚的に確認できる(詳しくは参考文献6)を参照されたい)。

次に、小ヶ瀬観測点における流況変動(図-5(g))を見ると、低水、渇水流量が1995年以降急激に増加していることがわかる。これは河川維持用水のために発電水利権が見直され、河川流量が復元されたためであると考えられる。

次に、小平・小瀨観測点における流況変動(図-5(f)、(e))を見てみると、1974年以降、豊水流量が大幅に減少している。これは1973年に完成した下釜・松原ダムの影響と考えられる。一方、小平(図-5(f))



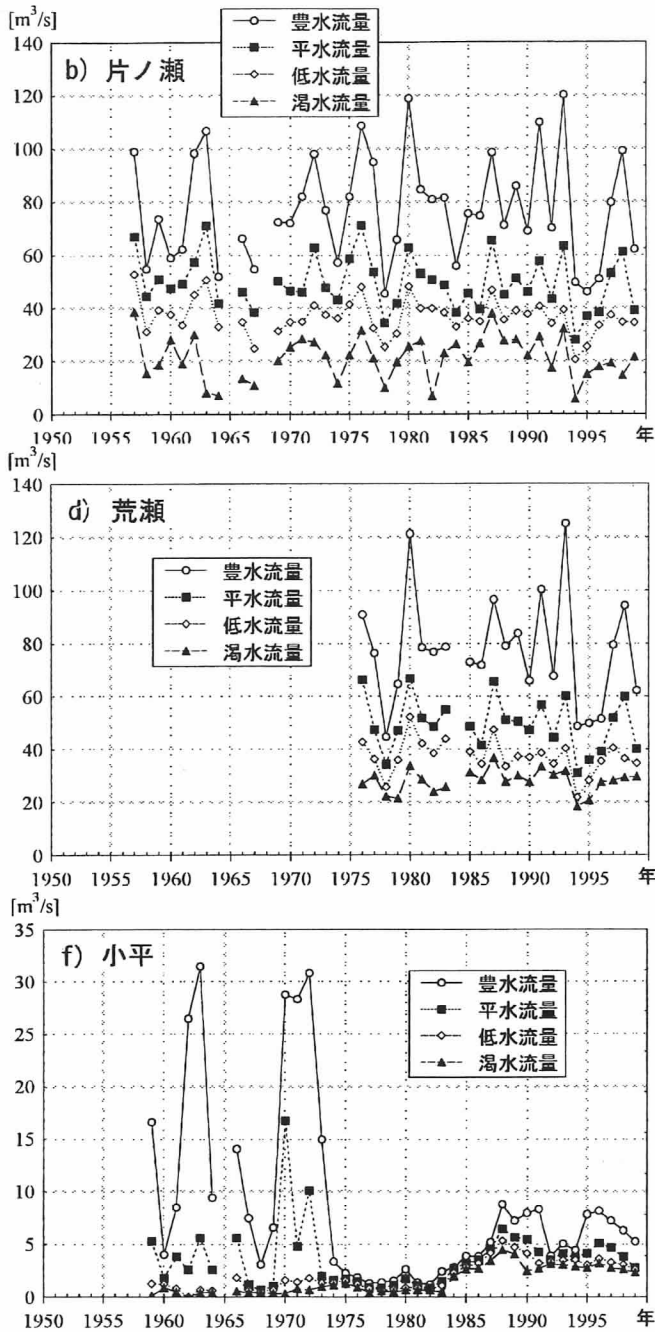


図-5 片ノ瀬, 恵蘇ノ宿, 荒瀬, 小淵, 小平, 小ヶ瀬における流況変動時系列

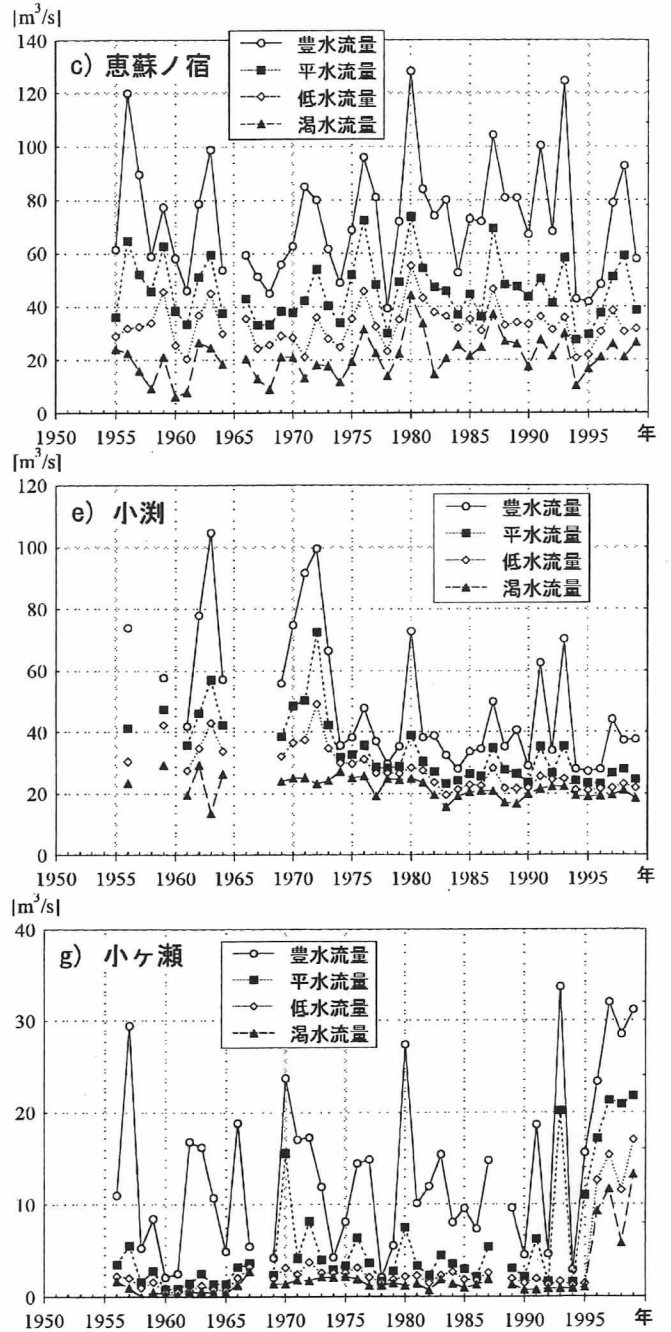


図-5 (continued) 片ノ瀬, 恵蘇ノ宿, 荒瀬, 小淵, 小平, 小ヶ瀬における流況変動時系列

においては 1984 年からはすべての流量が微増していることもわかる。これは 1983 年から下笠。松原ダムの再開発事業の運用開始により、筑後川の流水の正常な機能の維持と増進が図られたためである。ここで図-7(a)~(c)にそれぞれ小平, 小淵, 恵蘇ノ宿観測点における下笠・松原ダム完成前後での豊水流量の箱ヒゲ図を示す。これより小平・小淵観測点(図-7(a), (b))において、下笠・松原ダム完成前後において豊水流量が大幅に減少し、その変動幅も小さくなっていることが確認できる。しかし、恵蘇ノ宿観測点(図-7(c))における豊水流量は、図-5(c)からもわかるように、下笠・松原ダム完成後、中央値はやや大きくなっている。以上のことより、小平・

小淵観測点における 1974 年以降の豊水流量の減少は、ダム完成後の発電用水を取水し、小淵観測点の下流で放流していることが原因であると考えられる。

## 5. 結論

本論文では、福岡都市圏水資源管理において重要な位置を占める筑後川河川流況の把握を目的として、筑後川流域にある 7 流量観測点の日流量データを用いて長期的変動特性について解析・検討を行った。

まず、筑後川流域にある流量観測点の日流量データの存在状況を把握し、補間可能な欠測データについては、補間を行った。次に、日流量について一般

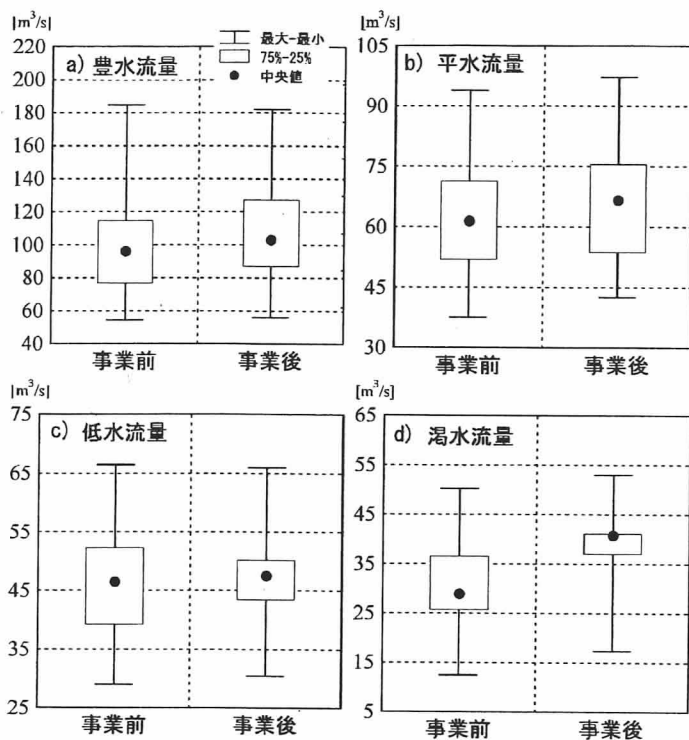


図-6 瀬の下における福岡導水事業前後での各流況変動箱ヒゲ図

的な統計解析を行った結果、日流量データの相関において当然のことながら、流量観測点間距離が近いほど、観測点間の相関が高いことが確認された。さらに、7 流量観測点ごとに、豊水、平水、低水、および渇水流量の流況変動時系列を作成した結果、これらの流況変動傾向がよく似ていることも確認できた。また、筑後川の河川流況に大きな影響を及ぼしたと考えられる福岡導水や下笠・松原ダムの完成前後での流況の変化を見ることによって、これらの流況への影響を検討することができた。

**謝辞：**本論文を書くにあたり、国土交通省筑後川工事事務所の関係者各位には貴重なご助言を頂きました。ここに記して深謝申し上げます。

**参考文献**

- 1) 国土庁編：新しい全国総合水資源計画（ウォータープラン21），1999
- 2) 国土交通省（建設省）河川局編：流量年表
- 3) 小池順也，河村明，神野健二：渇水持続曲線から

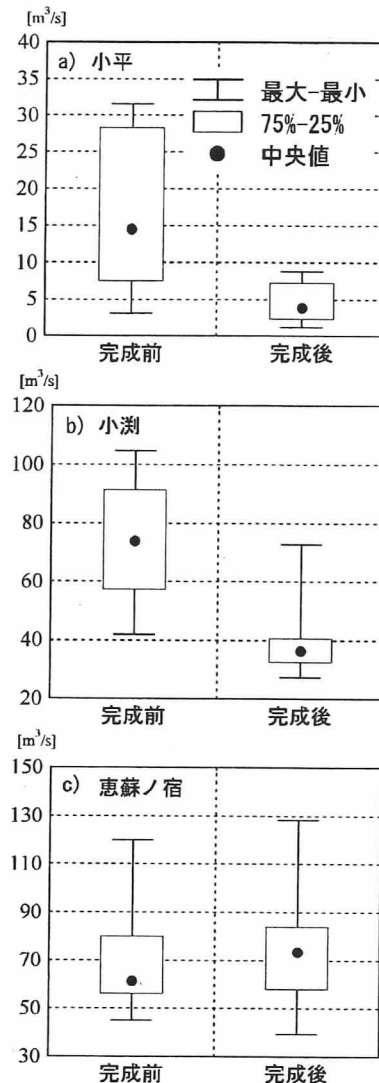


図-7 小平、小淵、恵蘇ノ宿における下笠・松原ダム完成前後での豊水流量変動箱ヒゲ図

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

- 4) 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
- 5) 財団法人日本ダム協会：ダム年鑑2002，pp.238-241，2002
- 6) 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

Fukuoka Metropolitan Area, a fast growing economic and cultural center in Kyushu, has a geographical disadvantage and one third of water supply has to rely on the Chikugo River, which is located outside the area. In this paper, the long-term fluctuation characteristics of the Chikugo River flow regime are analyzed. The mean daily discharge data of the river were picked out from the Daily Discharge Tables edited by Ministry of Land, Infrastructure and Transport. The effects of dam construction and reservoir operations on the flow regime at 7 flow gauging stations in the river basin are investigated in detail.