

# 電波流速計による洪水流速観測の 失敗を含めた事例集

## INTRODUCTION OF SEVERAL EXAMPLES OF CURIOUS H-Vs RELATIONSHIP INCLUDING CASES WITH WRONG INSTALLATION OF RADIO CURRENT METERS

山口高志  
Takayuki YAMAGUCHI

名誉会員 工博 (株)環境モニタリング研究所 (〒170-0005 東京都豊島区南大塚3-10-10)

Since the first flood discharge observatory station using Radio current meters was installed in one of the rivers in Japan in 1990, 20years has passed, comparison between flood discharges by floats and Radio current meters have long been done. In parallel with the works, analyses between change of H (water level) ~Vs (point surface velocity) relationship and change of flow condition (e.g. bed level change and /or bed roughness change) during flood, have been studied.

Several examples analysed are introduced for the cases of discontinuous H-Vs curves wrong installation of the current meters and loop shape changes by backwater etc.in this paper.

**Key Words :** H-Vs relationship, Radio current meter.

### 1. はじめに

電波流速計とのつきあいも、はや20年を越えようとしている。非接触であるため故障が少なく、表面流速しかとれない弱点があるが、ほぼ確実にデータを取得できること、在来法の浮子の弱点の1つである橋梁下流（ピア後流域の影響）を避け、上流側でより少ない台数で観測すること、などのメリットにより洪水流量観測自動化の有望な方法の1つとして、生き残っている（他法の紹介は割愛する）。

この数年来の国土総合技術研究所の流速更生係数（ $f$ =真の流量/表面流速より算出した流量）取得の努力も、設置地点での出水に恵れず成果が少なく、また1つの代替手段として考えられた水理実験による $f$ の推定も、東日本大震災による装置の破壊という事故で実らずとの結果になり、現状では足踏みしている状態といえよう。

著者らの場合も設置箇所での出水にあまり恵まれず、取得したデータは少ない状況にあるが、委員長 手計先生の失敗談歓迎のお話も勘案して、失敗談を含めた観測事例集作成を試みることにした。ただし、河川名を正確に記すことは、差し障りがあるので仮名にすることとする。

### 2. 流速計の設置位置についての事例

始めに断わっておきたいが各例ほぼ共通に、H（水位）～Vs（表面流速）関係の図例が示される。流速観測は、いわば水理学の世界なのでHとVsの関係に異常がないかはたえず、監視する必要がある。すなわち異常があればそれは水面勾配（I）、粗度（n）、河床（Z）などのいずれかが、あるいはその複数が変化した結果であり、また同ようもし設置に失敗があれば、やはりH-Vs関係になんらかの異常が認められるものである。

#### (1) 流速急変の例（A川の場合）

言葉で示すより、直接H-Vs関係で見ていただく（図-1.1~4）。これはA川、a橋の横断方向2点のH-Vs関係を示したものであるが、ch.2のそれが順調にVsを増大しているのに対して、ch.1は始めはch.2より大きかったにもかかわらず、その後流速の増大は鈍るが、 $H=2.8m$ で急増、 $Vs=3m/s$ から $Vs=6.5m/s$ に急変した。なお、同ような観測は3例あったので、うち2例を例示した。

A川は急流河川で、河床勾配は1/30~1/50程度と考えられ、流速も7m/sに達している。水理的には、 $H=2.8m$ までは流れが地形の影響を受け、ch.1が流れのカゲになっていたものが直進流に変わり、ch.1、ch.2とも同等

の流速になったものと考えられる。

問題の処理方法としては、このままでは流量に不連続が発生するので、流速計の台数を増加して不連続の影響を小さくするか、あるいは設置橋梁の変更もやむを得ない。ただしこのような河川では容易に好観測点があるとは限らないので、十分な予備調査が必要であろう。

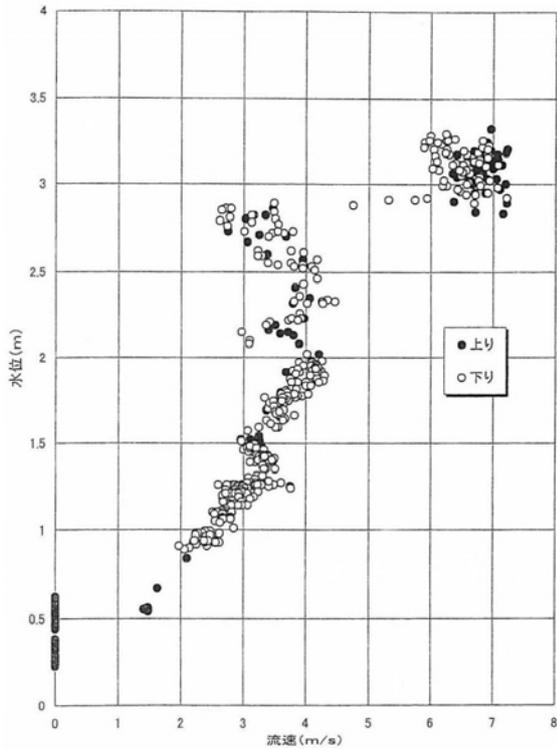


図-1.1 H-Vs ch.1 ('01.9.10~13)

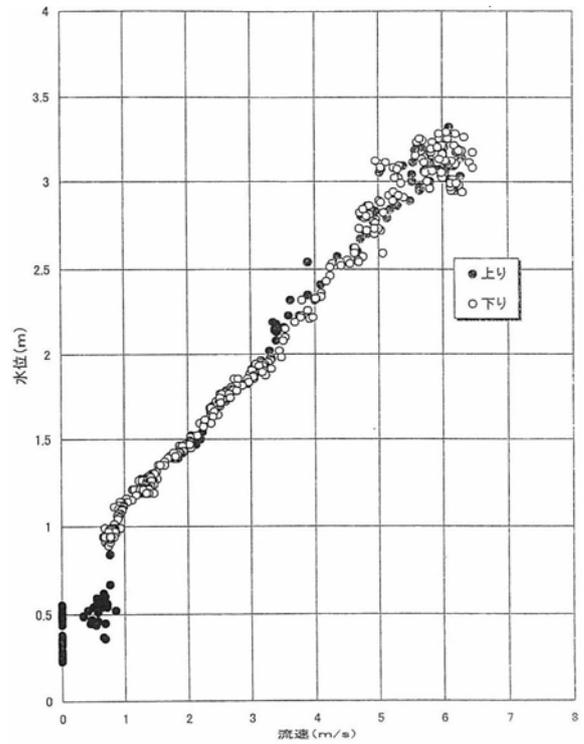


図-1.2 H-Vs ch.2 ('01.9.10~13)

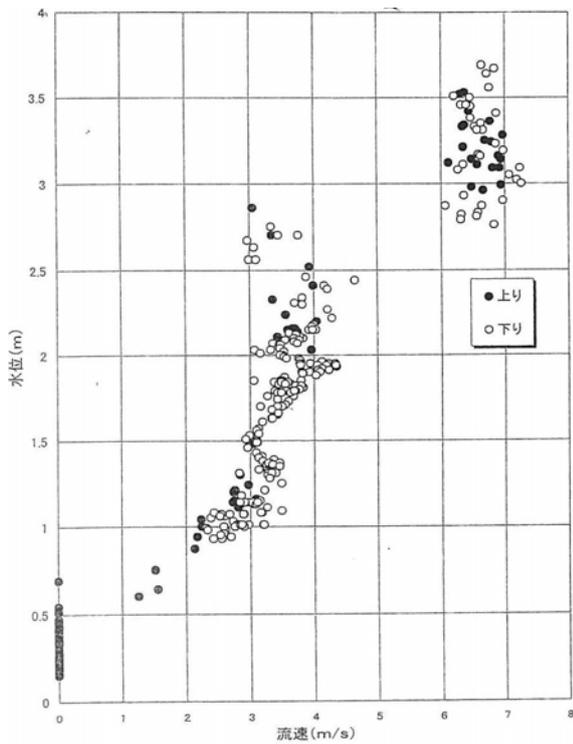


図-1.3 H-Vs ch.1 ('01.8.21~24)

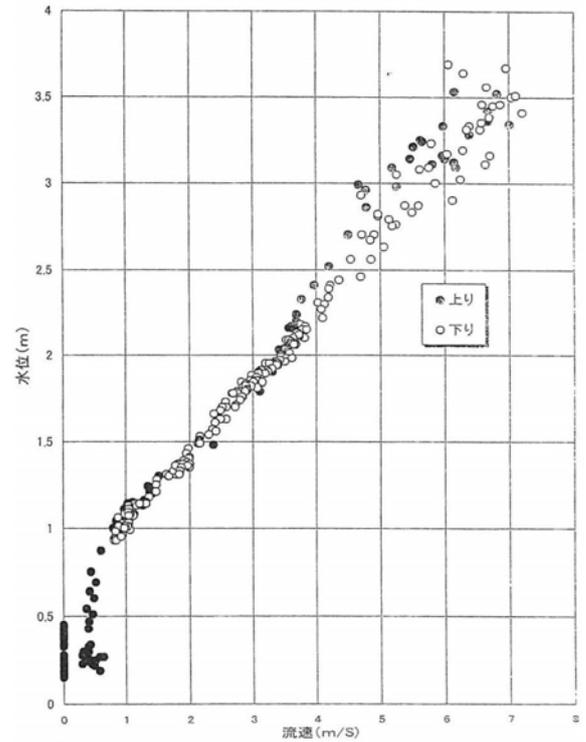


図-1.4 H-Vs ch.2 ('01.8.21~24)

(2)ピア近傍に設置した場合 (B川b橋)

同よう始めに問題のch.6とその両側ch.5, ch.7のH-Vs 関係を紹介しよう (図-2.1~3) . なお, ch.6とch.7は同径間内, ch.5は左岸側の径間で, 主流は相対に右岸側, ch.7が流速最大地点である. なお図には, 前年の出水データも併記してある.

一見してch.6のデータに異常, 特に洪水の下り部分に異常があることに気付かれよう.

早速, 原因について調べてみたところ, ch.6はピアそば2m に設置されていることがわかった.

まず始めに考えたのは, 流れがピア上流側にぶつかり, 流れがはくりする. そのはくり領域を測定したかであったが, 電波流速計は流れ方向ピア中央桁下に設置され (ピア長約6m) , そこから45° 程度の俯角で水面放射しているため, 概ねピア前面を把えている.

次に原因として流下してくるゴミがピアにかかり, せき上げる現象を考える.

出水時流下するごみの特性として, 以下のようなことが知られている. (a) その年の第1の出水はゴミが多い. (b) 大出水は, 大量のゴミを伴う. (c) ゴミは流速で流れるので, 洪水波より遅くなる. (d) 大出水時は, ゴミはより遅くなる.

あらためて図を眺めてみると, 出水の立ち上がり部分は, 3地点とも大差なく図-2-2の流速の減少はピーク後に生起していることがわかる.

以上を勘案すると, 上記流速の減少はピアにかかったゴミによるせき上げた部分を観測したものと推定される. あとさきになったが, 本出水は6年来のもの (加えて6年前より大きい) で, ゴミが大量に出たことは筆者も仄聞していた. 原因の1つは, 等間隔も保持しようとした結果のようであるが, やはりピア近傍の設置は避けたいものである.

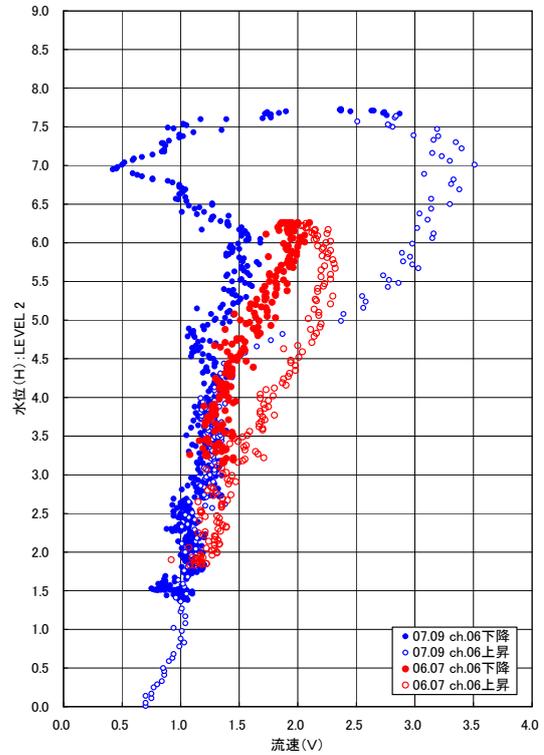


図-2.2 H-Vs ch.6

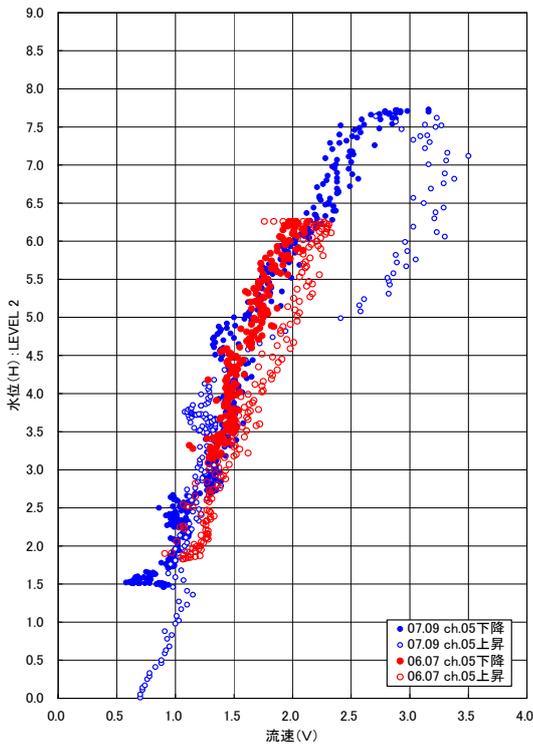


図-2.1 H-Vs ch.5

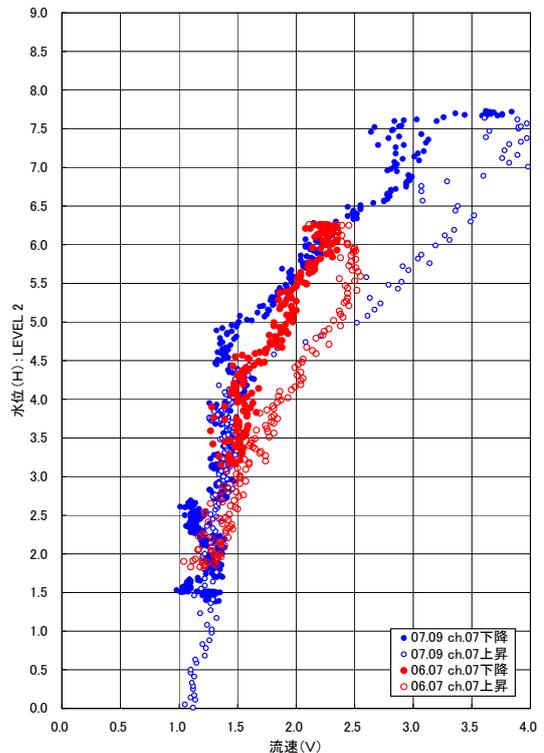


図-2.3 H-Vs ch.7

### 3. バックを受ける地点での設置 2例

本来流量観測地点は、下流からバックを受けるような地点に設置されるべきではないのであるが、置かれている地理的な条件、あるいは、その重要性からやむを得ず設置されることもある。

#### a) C川c橋の場合

これもグラフの例示から入ろう。ただし、例示する2出水がピーク水位が同じでありながら、洪水波形を大きく異にする結果、受けるバックの影響を端的に異にしたのである(図-3.1~2, 図-4.1~2)。

図から説明すれば、図-3.1ではほぼ $V_s < 1.5\text{m/s}$ でピークに達しているのに対し、図-3.2では $V_s$ は $H=5\text{m}$ まで急上昇し、 $H=7\text{m}$ 付近で $V_{s\text{max}}=2.3\text{m/s}$ にも達し、ループがまるでスフィンクスの横顔のように大きい。したがって、当然のことながら $H\sim Q$ カーブにもループに大きな差ができています(図-4.1~2)。

参考までに水位(H)のハイドログラフでは、8月出水は $H=5\text{m}$ 以上の期間は、3日強、9月出水は2日強であり、また、最も影響の大きいピークまでの立ち上がり時間は、それぞれ1日強、10時間であった。

さて、このせき上げの河道条件であるが、c橋付近の(河幅は200m、河床勾配1/3,000)であるのに対し、直下流から10kmにわたり1/10,000の河道であった(遊水地区間)。

すなわち水理的には、ドッシリと重い出水は、立ち上がり部で河道の貯留をみたとしながら、バックをきかせて流下し、シャープな出水はあまり十分な河道貯留なしで流下したものと考えられる。

このような地点では、流速、流量の常時観測、流量年表化が望まれよう。

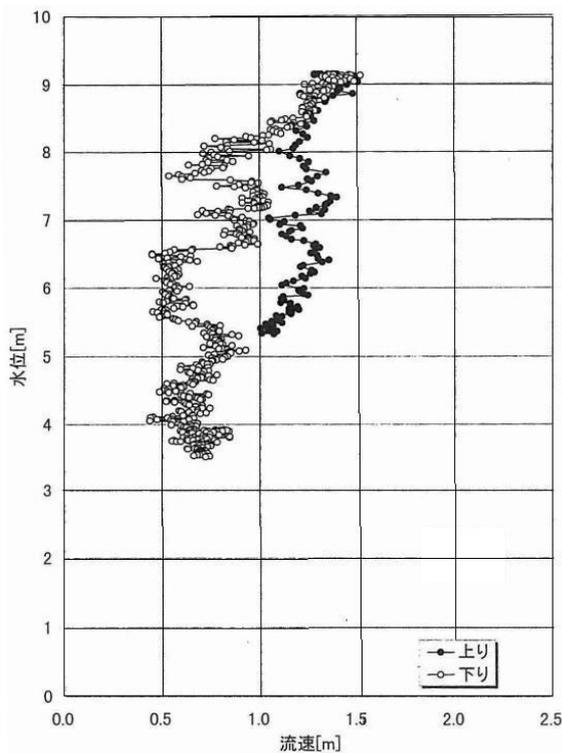


図-3.1 H-Vs ch.5 ('98.8.30~9.3)

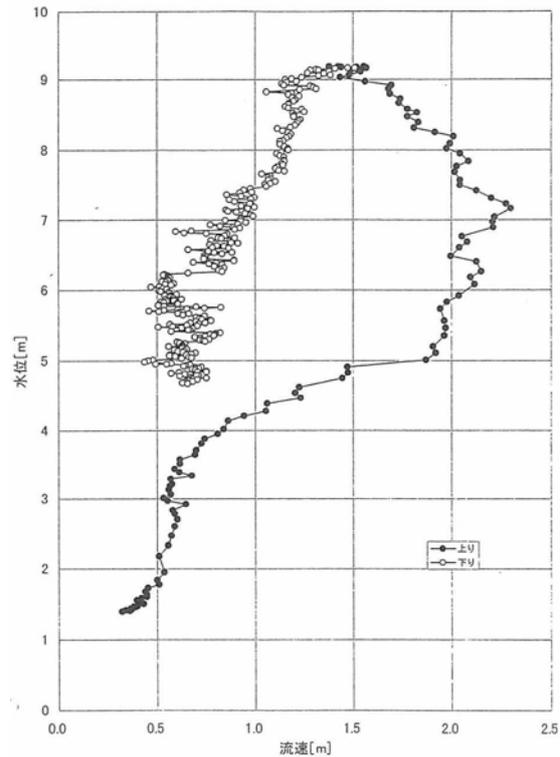


図-3.2 H-Vs ch.5 ('98.9.16~9.18)

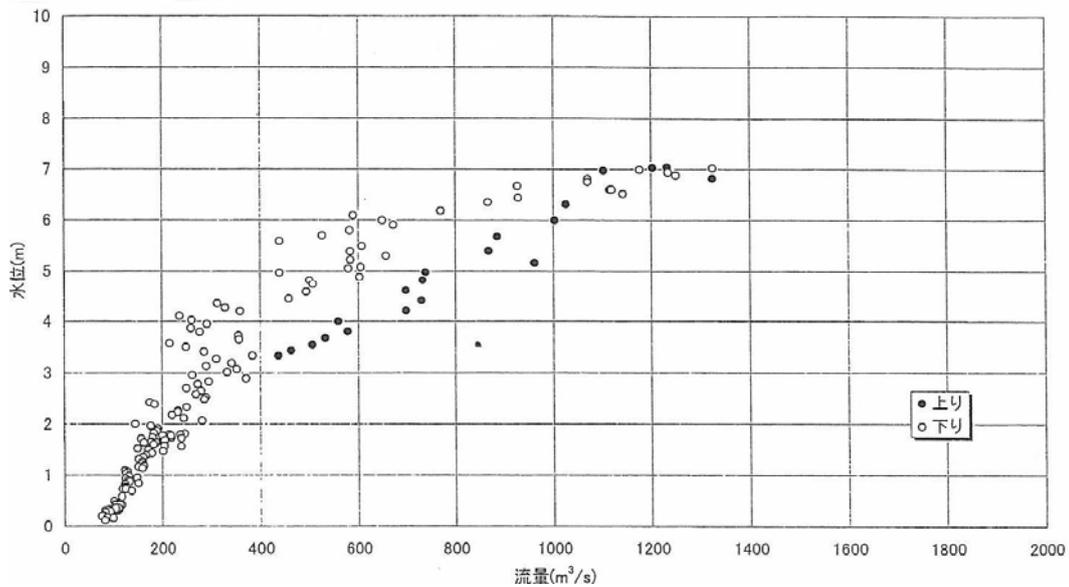


図-4.1 H~Q ('98.8.30~9.3)

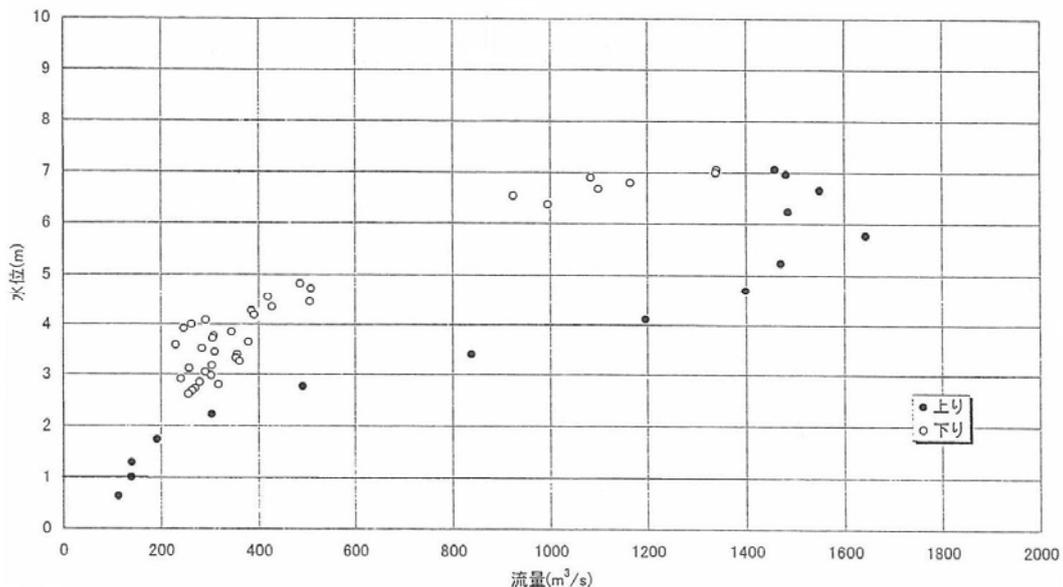


図-4.2 H~Q ('98.9.15~18)

b) D川d橋の場合

ここでも本題から先に入って見よう。三葉のH~Vsの組図に見られるように、水位H=4.0m付近までは上りのVsが下りのVsより低いという共通した結果（そしてH=4m から上は通常見られるループになる）を得た。

当初、原因がつかめず悩まされたが、どうやら700mも下流の取水堰による堰上げが原因らしいことがわかった。

H=4.0mでは、D川からの流出が優り、ほぼ等流状態になったものと判断され、それより上では通常見られる順ループとなる。

少し詳しく地形について触れると、d橋は三本の川、D川、E川、F川が西から東へ平行して流れる地点に、横断してかけられているが、D川とE川の両川はその700m下流で合流し、その直下流に取水堰（角泉堰）がある。そのためd橋地点は、通常ほとんど水面勾配なしの状態である。そして降雨があると、内水河川ではあるが流域の小さいE川の方が先に出水し、結果的にD川は出水初期に堰き上げられ、流速がていげん部より遅いということになったようである。

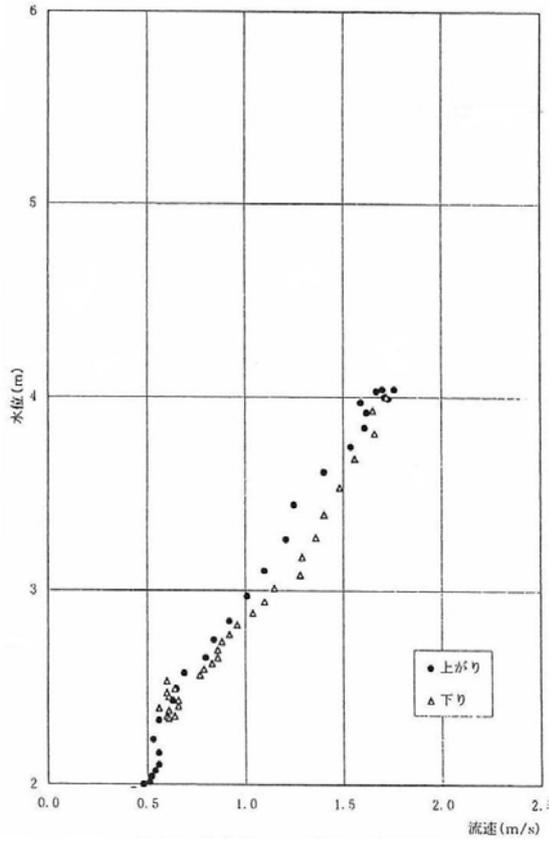


図-5.1 H-Vs ch.1 ('95.9.16~18)

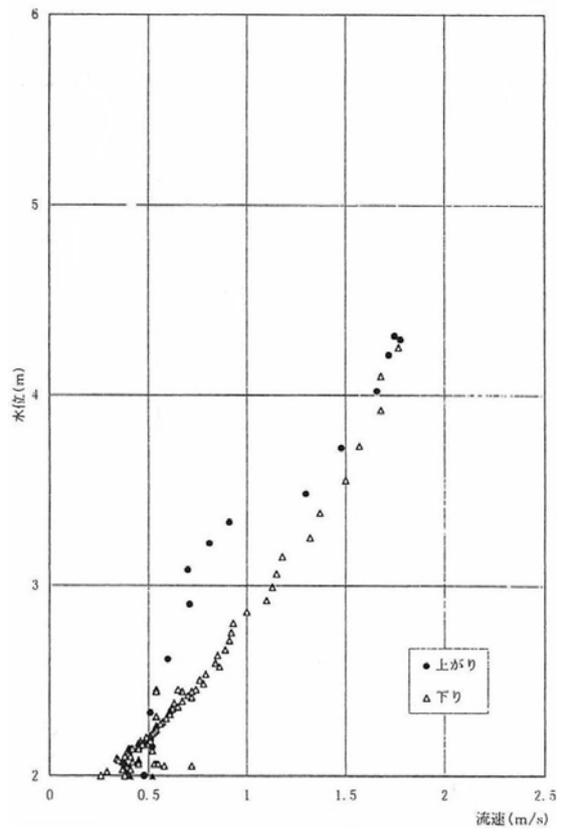


図-5.3 H-Vs ch.1 ('97.6.20~6.24)

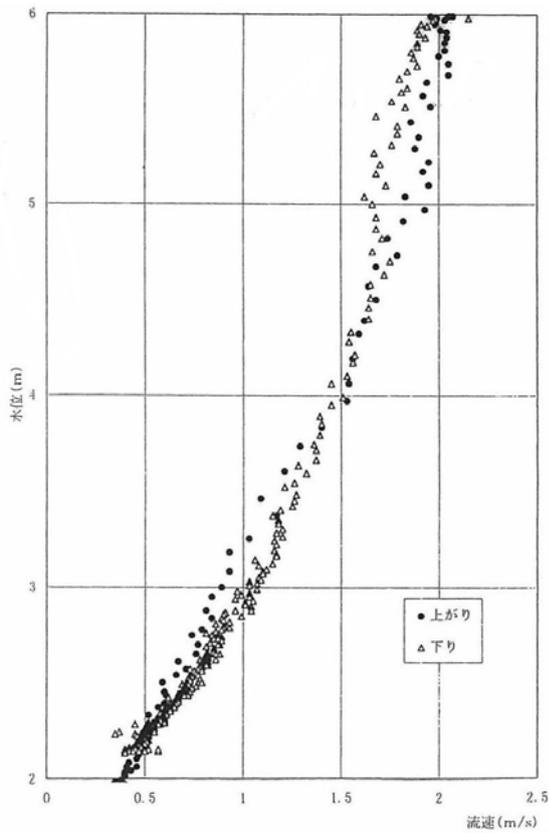


図-5.2 H-Vs ch.1 ('96.9.22~25)

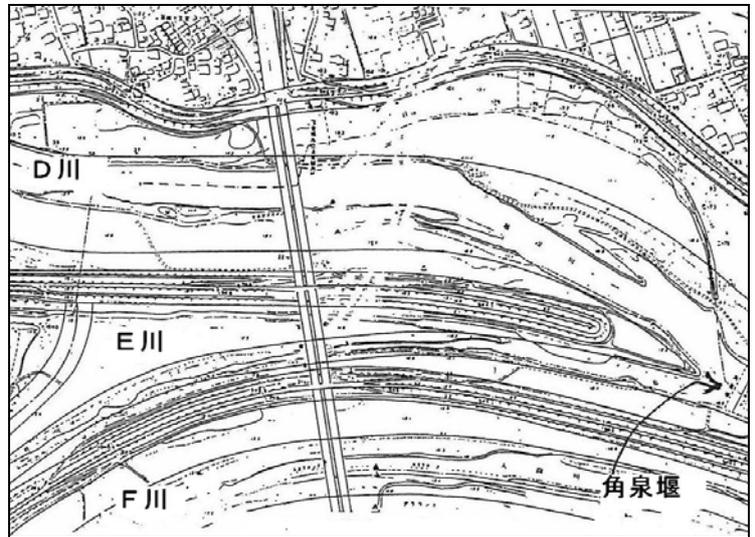


図-6 D川付近平面図

#### 4. 流速及びH-Vs関係の再現性(B川e橋の場合)

まず2つのH-Vs図を示す(図-7.1~2)。ch.8の位置は低水路最右岸側に設置されたものである。図-7.2の出水は $6,000\text{m}^3/\text{s}$ が24時間も継続したもので、新設ピアの影響を長々と受け続けて右岸側低水路河岸が30mも削られたためH-Vsも下りでは、流速は $1\text{m/s}$ も増加している。

ただし、注目していただきたいのは、その点ではなく本出水1年前の出水(図-7.1)の上りと下りの経路、および図-7.2の出水の上りの経路である。三者が酷似していることに気付かれよう。

冒頭にも触れたように、河床等の環境条件に変化がなければH-Vs関係は、変化しないことを示したものと考えられる。すなわち、1年前の出水規模では河床は動かず、それ以上の出水規模で河岸が侵食されたのであろう。低水路のすみっこでの結果であるが、あまりに再現性がよかったのであえて紹介した。蛇足ながら、図-7.2の下りの着点があまり変わらないのは、おきたのが側岸侵食で、水深があまり変化しなかったためと考えられる。

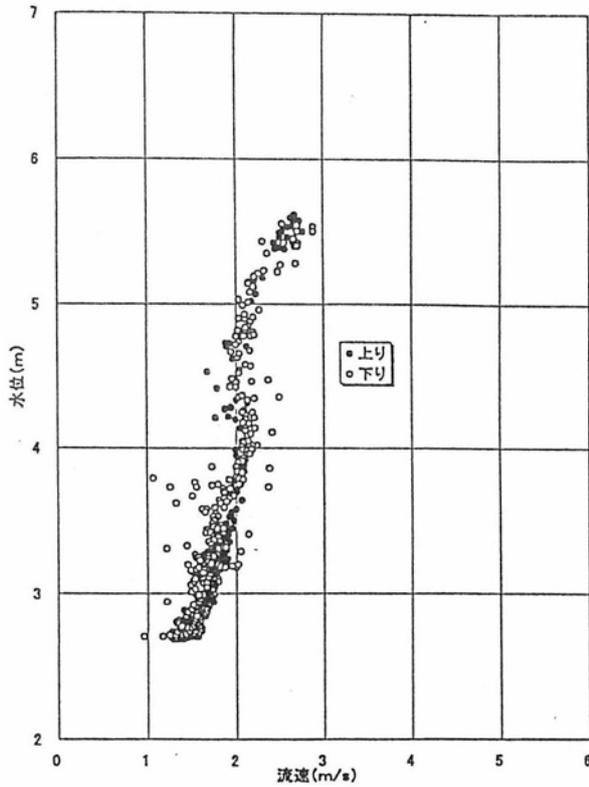


図-7.1 H-Vs ch.8 ('00.9.12~17)

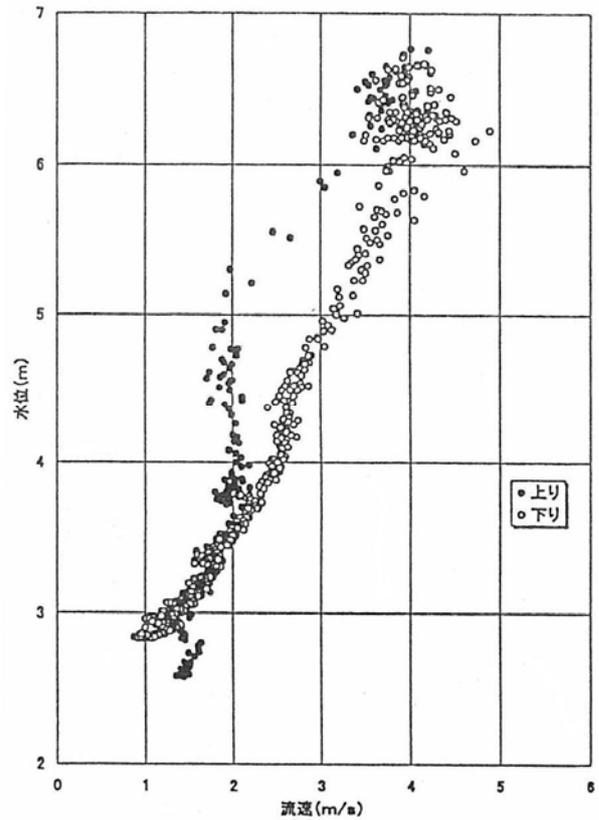


図-7.2 H-Vs ch.8 ('01.9.9~16)

## 5. おわりに

データとしては少し古いが、特異なもの、設置位置に問題があって発表されていないものなどを前報同よう、H-Vs関係を主として紹介させていただいた。

とりわけ2.のデータの不連続などは、例えばダム流入河川流量の把握などでは、その設置にあたって留意されることが望ましい。

河川の洪水は、まさに自然のかたまりのようなものであり、その観測にあたっては方法の選択、場所・位置の選定、予備調査等細心の注意が必要な事を、20年携って今更ながら痛感している。

以上の他に、最新のデータとして弯曲部下流でのほんらん危険水位をこえた出水のH-Vs図横断、高水敷のH-Vsの逆ループ数例などもあったが、重複も考え割愛した。

謝辞：本稿作成には、河口尚子氏（東京建設コンサルタント）の手を労らわした。感謝の意を表したい。

また、本稿作成のチャンスを与えていただいた河川流量観測高度化研究会の皆様にもお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 水文環境研究室：電波流速計の観測データと一次解析他—川の中の洪水が見える— 東京電機大学理工学部 建設工学科 1998.4
- 2) 山口高志：電波流速計がはかったH-Vs関係の変化から何が読めるか 東京電機大学 建設環境工学科 2003.3
- 3) 山口高志・中島洋一：H-Vs関係の変化から水理現象を読みとる 洪水流量観測の新時代／水文水資源学会 河川流量観測高度化委 2010.8

(2011. 7. 31受付)