

多摩川人工わんどの特性と維持管理への提言¹

Characteristics and proposal to maintenance of the man-made embayment in Tamagawa River

松崎浩憲², 玉井信行³, 河原能久⁴, 牧野一正⁵, 佐藤康晴⁵, 清川仁⁵

Hironori MATSUZAKI, Nobuyuki TAMAI, Yoshihisa KAWAHARA,

Kazumasa MAKINO, Yasuharu SATO and Osamu KIYOKAWA

1. はじめに

河川地形の一形態で、流れ場の自然を多様化させるものに「わんど」がある。元来、わんどは河川の蛇行などによって自然に形成されてきたものであるが、砂利の採取や水制の設置といった人為的な行為によって、不作為に形成されてきたものもある。一般に、わんど内では流速が小さく、多種類の生物にとって格好の生息場所となっている。さらに、洪水時には流速の小さな領域が生じるため魚類の避難場所にもなっている。また、水辺には豊かな植生も見受けられ、豊かな水辺環境が創り出される。近年の自然回復型河川工事においては、このようなわんどの効果に着目して人工的にわんどを造成することがある。わんどの効果については定性的にはよく知られていても、わんど内の水理特性については未解明な部分が多い。とくに、観測対象とした多摩川の人工わんどは1993年に造成された新しいもので、追跡調査を行う意義は大きい。この人工わんどは、通常、本川からの流入がなく、湧水によって流水機能を保っている。水深も大きいことから、ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) を用いた3次元計測が可能である。本報告では、1994年と1996年に行った現地観測結果をもとに、多摩川の人工わんど内の湧水を中心とした水理特性を明かにし、人工わんどの変遷過程について考察を行った。そして、多様な生態系を保全するために、人工わんどの維持管理について提案を行った。

2. 多摩川の人工わんどの概要

東京都の調布市上河原地区の人工わんどは、幅約40m、延長約200mと大規模なものである。人工わんどはこの付近に本来生息するギンブナ、ウグイ、モツゴ、オイカワ、コイ、ヨシノボリなどの魚類の生息、産卵場所と洪水時の避難場所を目的に、法面にオギ、ヨシ、タチヤナギなどを移植して、河川敷に造成された素堀の池である。図-1に示すように、造成された人工わんどは本川とは小高い州で仕切られ、洪水時にしか本川の流は越流してこない。人工わんど内の水源は、従来から付近に湧いていた伏流水である。大きな湧水部分は4ヶ所に認められる。この湧水によって人工わんど内では本川とは異なった多様な生態系の創出を目的とし、増水時の越流水によって、自然に人工わんどが変遷し維持されることをねらっていた^{1),2)}。最近では、フナ釣りのため釣り人も多く見受けられる。

1 キーワード：人工わんど、湧水、ADCP、維持管理、生態系

2 東京大学助手 大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 (〒110 東京都文京区本郷7-3-1)

3 東京大学教授 大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

4 東京大学助教授 大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

5 (株)建設技術研究所 河川本部技師 (〒103 東京都中央区日本橋堀留町1-7-7)

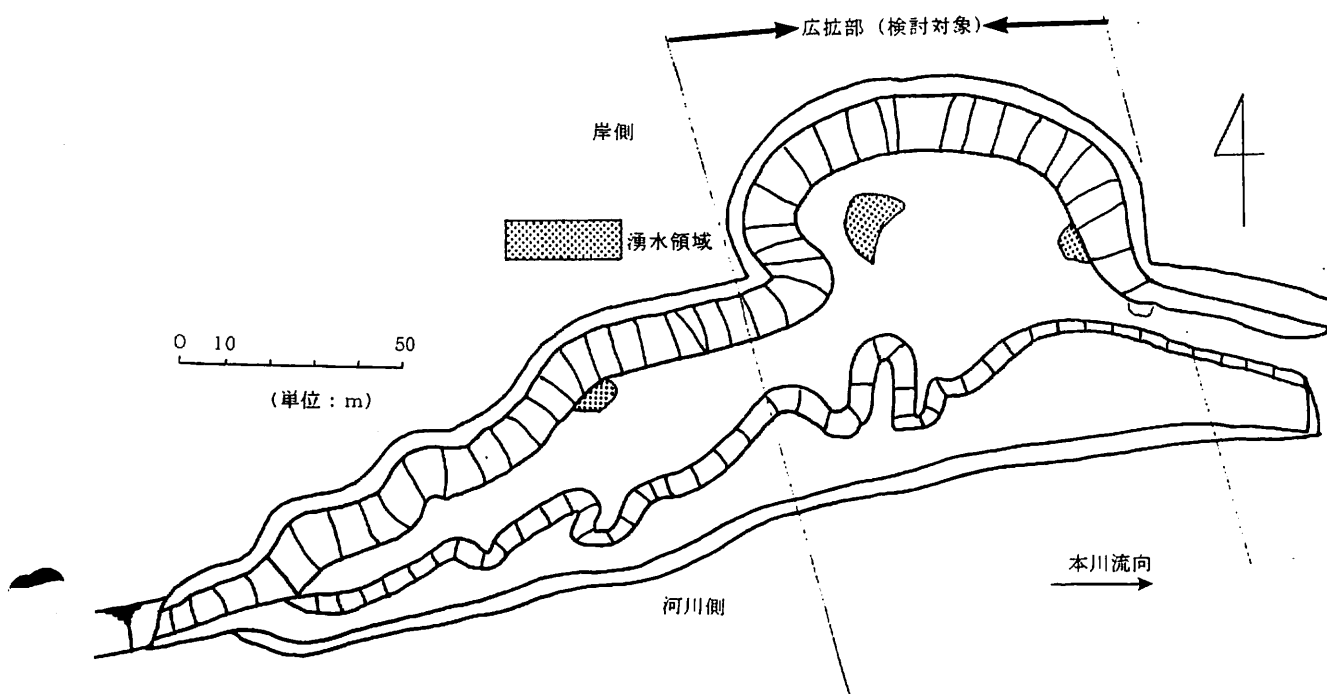


図-1. 多摩川上河原地区の人工ワンド平面図

3. 計測手法

3.1 計測項目および調査地点

観測の対象部分は人工わんど下流部の広拡部である。この部分は湧水の流出をさかんにするために水深も大きく、魚類の生息量も多い人工わんどの中心となる部分である。観測は1994年7月26日と1996年7月26日の2回にわたり、表-1に示す項目の測定を行った。

表-1. 人工わんど内の計測項目

計測項目	第一回観測 (1994. 7. 26)	第二回観測 (1996. 7. 26)
人工わんど形状測量	○	○
水温分布	4地点の鉛直方向分布	8地点の平均値
流速分布	8地点の鉛直3点 (3次元電磁流速計)	3地点の鉛直1点 (2次元電磁流速計) 8地点の鉛直12点 (ADCP)
流量調査	×	○
潜水調査	×	○

調査地点の基準として、また、人工わんどの形状測定のために簡易測量を実施した。人工わんどでの湧水量を知るために人工わんどの出口に堰を設置して流量測定を行った(写真-1)。第一回目の観測では人工わんど内全体での流速分布測定を行い、第二回目の観測では湧水が最も多い付近で、重点的に測定を行った(写真-2)。潜水調査は湧水ポイント、透明度、底質の状態、魚類の生息状況の視認のために行った(写真-3)。図-2に各観測項目の調査地点を示す。

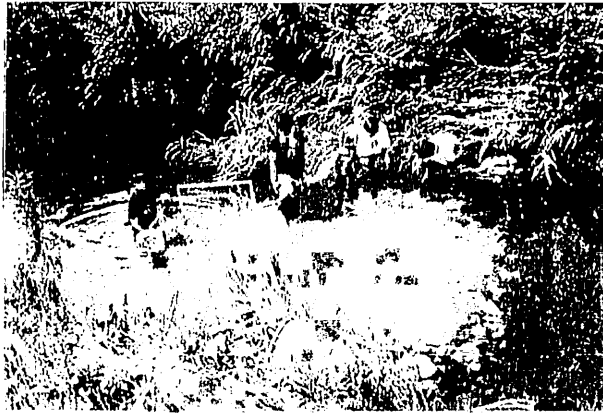


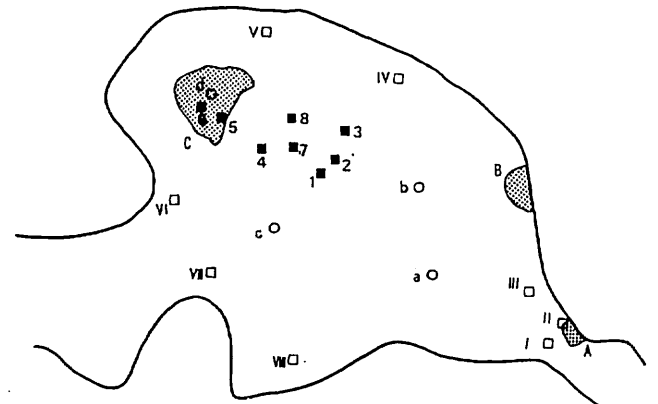
写真-1. 流量測定



写真-2. ADCPによる流速分布測定



写真-3. 潜水調査



○：温度観測 ■：ADCPによる計測 □：電磁流速計による計測

図-2. 観測点の位置図

3.2 流速分布計測

ADCP（音響ドップラー流速分布計）は大気の流れ計測用として普及していたドップラーレーダーの技術を応用して、1970年代後半に実用化された機器である。これまで、海岸・海洋あるいは大水深の湖沼でしか計測ができなかったが、装置の小型化とセンサーの進歩により水深3m程度のところでも計測可能となった。ADCPには主に以下のような特徴がある。1）従来型の流速計と異なり、ADCP 1台で3次元流速成分が鉛直方向5cm層厚で最大128層まで同時計測が可能である。2）ADCPを船舶で曳航しながら計測を行えば、従来の観測機器では考えられない数のデータが精度良く、短時間で計測可能である。ただし、水面より吊して測定する場合、地盤の反射を受ける最底層の測定精度は不安定であるため、電磁流速計で補わなければならない。

4. 結果と考察

4.1 人工わんどの形状

図-3に示すように人工わんど造成時に比べて、広拓部中央の水深はかなり浅くなっていることがわかる。潜水調査の結果、水底には枯死した植物、釣り人の撒き餌が原因とみられるヘドロが堆積していることがわかった。このため湧水領域でも、視認あるいは体感できるような顕著な湧き出し点は確認できなかった。また、1993年当時の写真や1994年の第一回観測時にみられた水際から陸地が見えないほど定着していた抽水植生が減少し、陸地が露出している箇所があった。

4.2 水温分布特性

水温の水深方向の分布状況を図-4に示す。表層から深くなるにつれて水温は下がり、それとともにその変化率も減少している。底層では観測地点に限らず、ほぼ一定の水温となっている。また、湧水領域でもとくに他の観測地点と差異はないことがわかる。

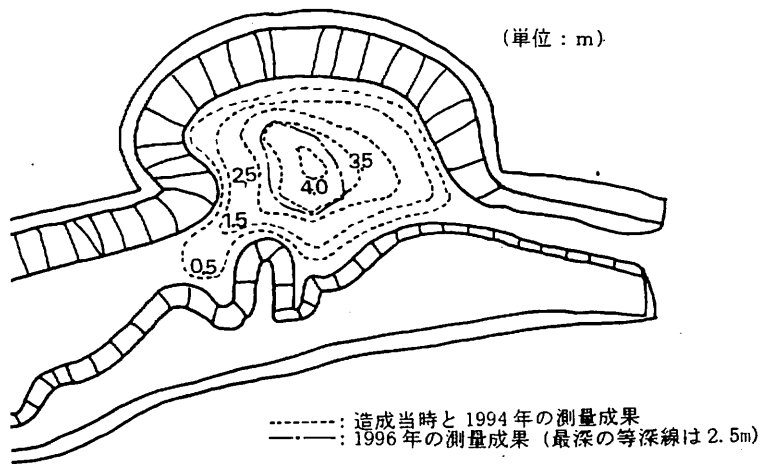


図-3. 人工ワンド広拓部の水深の変遷

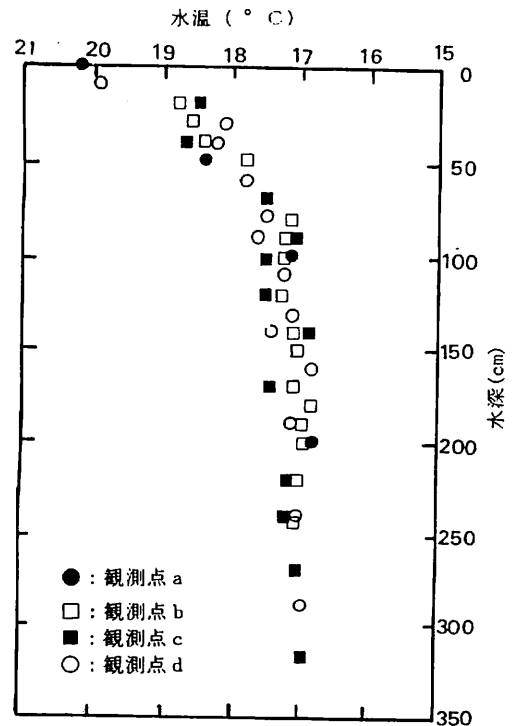


図-4. 水温の水深方向の分布

4.3 流況特性

人工わんど出口付近では、時間的な変動があるものの $7,000\text{cm}^3/\text{s}$ 程度の流量が測定された。観測時には本川からの越流はなかったため、これは人工わんど内の湧水量とみなすことができる。第一回目の流速測定は3次元電磁流速計で底面より水深の20、40、80%地点でそれぞれ600個のデータを取得した。これらの測定結果から、明確な鉛直方向の流れは確認できなかったが、図-5に示すような平面的な流速分布が明らかになった。観測地点I、IIは湧水領域Aの近くで、人工わんどの出口付近でもあり流速が大きい。観測点IVは湧水領域Bの影響、観測点V、VIは湧水領域Cによる影響、観測点VII、VIIIは湧水領域Dによる影響とみられる。

また、第二回目の流速測定は湧水領域CにADCPを用いて、水深方向に25cm層厚で最大12層で、表-2に示すようなデータ取得を行った。計測結果を側面からみたようすを図-6に示す。この図からわかるように湧水とみられる上方に向かう顕著な流れ成分は認めれない。しかし、計測結果を平面表示した図-7や計測結果を鳥瞰図的に表示した図-8からわかるように、流速 $5\sim 10\text{cm}/\text{s}$ 程度で湧水領域から周辺に向かう流れが確認できる。また、上層下層の水温差異による顕著な流れも確認できない。

表-2. ADCPによる観測データの概要

観測点	取得データ数	観測層数	計測時刻	平均水温 (°C)
1	47	8	9:51- 9:56	19.6
2	60	12	10:13-10:27	19.7
3	53	12	10:27-10:33	19.5
4	45	11	11:05-11:10	20.1
5	58	6	11:14-11:21	19.9
6	76	5	11:24-11:32	20.1
7	37	6	11:48-11:53	20.5
8	21	5	13:23-12:25	21.0

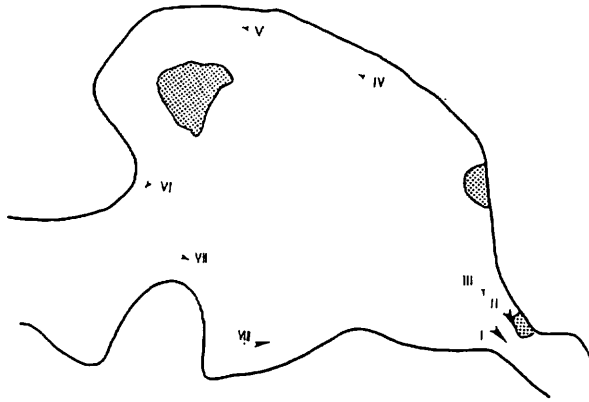


図-5. 流速の平面分布

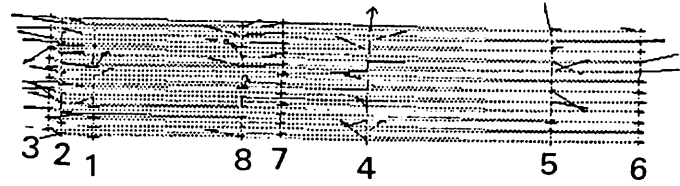


図-6. ADCPによる流速分布
(岸側の側面からみたところ)

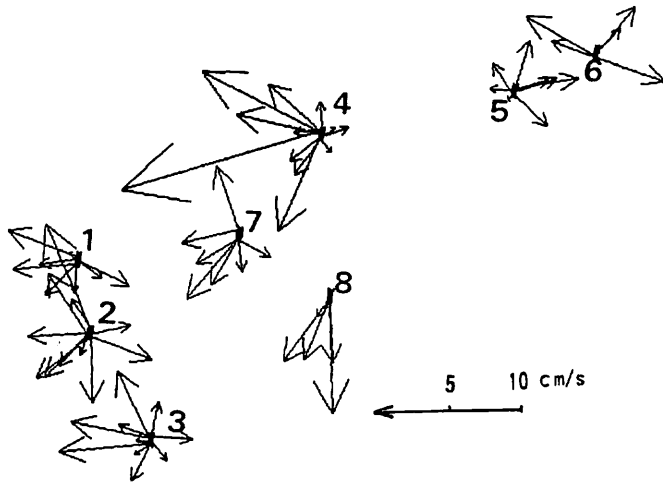


図-7. ADCPによる流速の平面分布 (7層の重ね合わせ図)

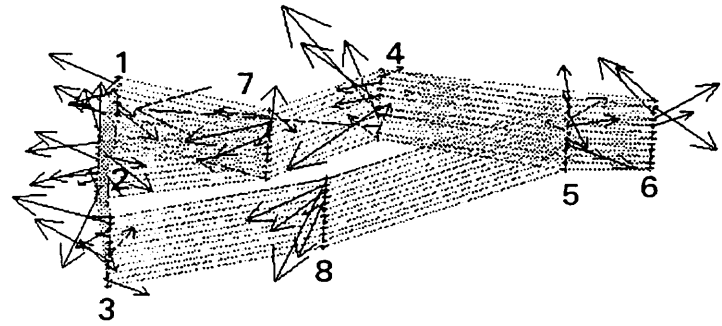


図-8. ADCPによる流速分布 (岸側からの鳥瞰図)

4.4 生態系の変遷と今後の人工わんど維持管理への提言

へドロが堆積すると定住型のカワヨシノボリは産卵場所が砂礫であるため、産卵場所に適さないで生息できない。また移動型のウグイ、カワムツも同様であるため、人工わんどに入っていない。また、餌となる底生昆虫はおもに砂礫に生息するための底生昆虫を捕食する魚類の生息にも適さない。潜水調査でも観察されたように生息する魚類のほとんどが雑食性で産卵場所を選ばないコイ、フナ類であったことからわかるように人工わんど内の環境が悪化していることがわかる。つまり、本川と隔離されていることによって、底泥が堆積しやすく、水質の悪化、溶存酸素の減少などの現象を引き起こしている。また、水位低下によって水面からの高さが最大50cm程度までしか生育できない水際に生育するヨシ、オギなどの抽水植物が減少している。水位低下の原因は多数考えられるが、へドロ(底泥堆積)に関連するものとしてへドロ土圧による伏流水の減少、籠マットの目詰まりなどが考えられる。対策としては、へドロの浚渫、本川からの越流回数と越流量を増やして、生態的フラッシュを促すために、上流部の本川との仕切の比高を低くする。透過性護岸を用いることなどがあげられる。とくに抽水植物に対しては冠水頻度、比高などに注意を払うべきである。このほかにも釣り人の撒き餌なども規制の対象としてあげられる。

5. まとめ

一般的にわんど内の水理特性については未解明な部分が多い。観測対象とした多摩川の人工わんどは1993年に造成された新しいもので、本報告はその追跡調査結果と考察を行った。ADCPなどを人工わんどに用いて、流速の3次元計測をはじめ、測量調査、潜水調査などを1994年と1996年に行った。その結果、湧水を中心としたわんど内の流況特性が明らかになり、人工わんどの変遷過程を推測できた。そして、今後の人工わんどの維持管理への提言を行った。本報告の要点は以下のとおりである。

(1) 流況特性：1) 湧水は顕著なポイントから湧き出しているわけではなく、領域全体からゆっくりとしみ出すような湧出をしている。2) この湧水はゆっくりと人工わんど広拓部全体の低層に水平拡散していき、水平方向に様な温度分布を形成している。3) 温度躍層、湧水による鉛直方向の流れ成分は微少である。4) 流速の平面分布は4ヶ所の湧水領域の効果によるものである。

(2) 人工わんどの変遷：本川からとの仕切の州の比高が増し本川増水時における越流回数が減少したため、ヘドロの堆積が促進され、造成時に最大約4mあった水深が2.5m程度まで浅くなっている。これが原因のひとつとなって生態系、とくに魚類相が変化しきている。

(3) 人工わんど維持管理への提言：豊かな生態系を維持するためには、ヘドロ浚渫を行い、生態的フラッシュ流量・回数を増やすことが重要である。とくに長期間にわたって、本川からの越流がない場合には、水辺植物のために厳格な水位管理が必要である。

謝辞

本調査の実施にあたり、観測の便宜を図っていただいた建設省京浜工事事務所と、多摩川人工わんど造成に関する資料を提供して下さった財団法人河川環境管理財団の方々に感謝いたします。

参考文献

- 1) (財) 河川環境管理財団：上河原河岸整備工事完成図面
- 2) (財) リバーフロント整備センター編著：多自然型川づくりの取組みとポイント，山海堂，1996