

淀川下流部・城北ワンド群とその水質動態

Water Quality Measurement in the Lower Reach of the Yodo River and Wando

綾 史郎 胡木 伸予 斎藤 あずさ 石川 宗孝
Shirou Aya, Nobuyo Ebisugi, Azusa Saito, Munetaka Ishikawa

Abstract; The waters of the lower reach of the Yodo River is very important in view of the water use, human activities, and aquatic biotope in Osaka metropolitan area. This paper reports the results of the field measurement of the concentration of some water quality indices conducted in the Yodo River and "wando" since summer in 1994, and their characteristics are clarified.

Keywords: river environment, water quality, field measurement

1. はじめに

淀川水系は近畿地方を代表する大河川であるが、河口より9.8kmに淀川大堰が建設(1983年竣工)されており、大堰より上流の基準地点である枚方(26.0km)までは背水域である。その兩岸には幅200m前後の高水敷が広がり、淀川河川公園として利用、保全が図られている。左岸城北側には城北ワンド群、庭窪ワンド群が、右岸豊里側には平成ワンドおよびタマリ群が河川に隣接して、あるいは高水敷上に存在している。ワンドとは河川の側岸付近に形成された、直接あるいは間接に河川と連結している浅く、極めて停滞性の高い水域(止水域)であり、淀川や木曾川に存在している。淀川の城北ワンド群は天然記念物イタセンパラ、アユモドキの生息水域として有名であるが、ワンドには貴重種のみでなく、多種多様な魚類(51種類)や貝類(30種類)が生息、産卵し、増水時には魚類の避難場所ともなっているといわれており、その保存が図られている¹⁾。周知のように河川空間、河川水質の環境保全の必要性の認識が深まり、このような植物、魚介類等の生物相の宝庫であるワンドが河川環境に果たす役割が注目され、現在では、全国各地でワンドの保全や新設が行われるようになってきている。また、ワンドの水質悪化や河川とワンド水域間の水や水質量の交換等も活発に研究されている。本文では、1994年7月より淀川本川、左岸側城北ワンド群、右岸側豊里地区平成ワンドで行っている水質観測結果について報告する。

2. 淀川下流域とワンド群の概要

観測対象とされたのは、9.8km淀川大堰を下流端とし、21km断面を上流端とする約11kmの水域である。この区間は淀川大堰の水位調節の影響をうける背水域であり、下流端では最大水深7m前後、上流端でも5m前後と水深も深く、川幅も300mから200mと広く、平水時は非常にゆったりとした流れである。図-1に示されるように、12km左岸には城北ワンド群が、同右岸側には平成ワンドとタマリ群が存在する。17km左岸には庭窪ワンド群が存在している。城北ワンド群には現在29番から43番までのワンドが存在しているが、対象としたのは、38、39番ワンドの二つである。39番ワンド(W4)は淀川に直接開口するワンドであり、面積7400m²、最大水深1.3mである。38番ワンドはその上流側に位置し、面積5300m²、最大水深1.8mで、淀川とは低水護岸と堆積土砂で仕切られている。39番ワンドとの境界は水制と堆積土砂であり、その部分的な欠損部により39番ワンドと連結している。

大阪工業大学土木工学科

Department of Civil Engineering, Osaka Institute of Technology

右岸側平成ワンドは1990年(平成2年)完成

した新しいワンドであり、大小二つの池よりなり、合計約6000m²程度の面積で、共に水深は約2m程度である。大きな池(JW1)は16m程度の開口部により淀川に連結し、その下流側の小さい池(JW2)とは開口部を有する仕切り堤により区分けされている。そのほかの周囲は捨て石堤により仕切られている。

3. 城北ワンド群における水質観測

3. 1 観測の概要

観測結果は、1974年7月から1996年10月の3年間渡ってに夏季を中心6月から12月始めにかけて行なわれてきたものである。観測項目、観測法等にはいくつかの変更点があるが、その概要は以下のである。観測は(1)定期観測、(2)24時間観測、および(3)淀川大堰上流湛水域観測の3種に分けられる。

1)定期観測は淀川本川およびワンドの水質の季節変化を調べるため、1994年7月27日から12月8日(10回)、1995年6月から11月(12回)、1996年6月から10月(8回)にかけて原則的に2週間に一度、昼前後に観測を行った。観測地点は城北ワンド群の38、39ワンド(以後W3、W4)、淀川本川中央部(以後Y2)、豊里地区平成ワンド(以後上流よりJW1、JW2)の5点とした。

観測はボートでワンド/淀川本川中央に出、透明度を計測するとともに、投げ込み式水質計(WQC-20A: TOA、U-10: HORIBA)を用いて水温、DO、濁度、pHを水深方向に水面よりワンドは0.5mごと、本川は1.0mごとに測定した。同時に各測点で表層水をサンプリングし、研究室に持ち帰り、SS、T-N、T-P、BOD、クロロフィルa等を分析した。

2)24時間観測は淀川本川およびワンドの水質の1日での時間変化、水深方向分布の変化を調べるため、2日間にわたり、3時間毎に24時間、定期観測と同じ4測点で同様な観測を、夏期および秋期に行ったものであり、1994年は2回(9月6~7日、11月24~25日)、1995年は4回(6月28~29日、7月27~28日、9月26~27日、11月21~22日)、1996年は3回(7月1~2日、8月2~3日、9月23~24日)実施した。

3)湛水域観測は淀川大堰上流湛水域における水質分布を知ることがを目的として、10km、12km、17km、21kmの横断測量線上で横断方向に3~5カ所の測点を設け、1)、2)と同様な方法で行ったものであり、1994年11月30日、1995年8月3日、10月25日、1996年8月26日の計4回行っている(前出、図-1参照)。

3. 2 観測結果

(1) 定期観測結果と水質の季節変化

1994年の定期観測によるDO濃度の水深方向分布を図-3に示した。これより、DOは淀川本川では水深方向にほぼ一様に分布するのに対して、ワンド群は2m程度の水深であるにもかかわらず、夏期には表面と底層でかなりの違いが生じている。秋以降はワンドでも分布は一様化するが、測点により濃度はやや異なっている(図-3参照)ことがわかる。このように、ワンドでは水温、DO濃度、pH、濁度に関して特に夏期の午後にその方向に著しい濃度変化があるが、冬期は一日を通して変化が少ない。

(2) 24時間観測による水深方向の水質分布

a. 夏季観測： 図-4(a)に1995年7月27日の水表面下0.2mの水温と地上気温の24時間変化を示

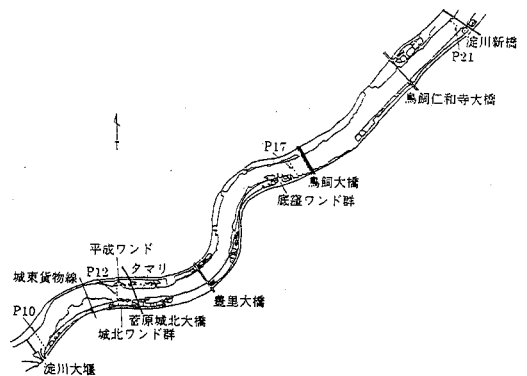


図-1 淀川下流部

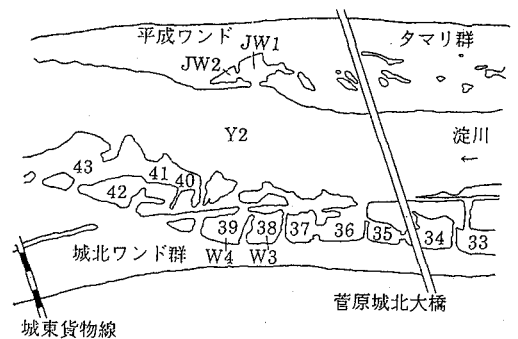
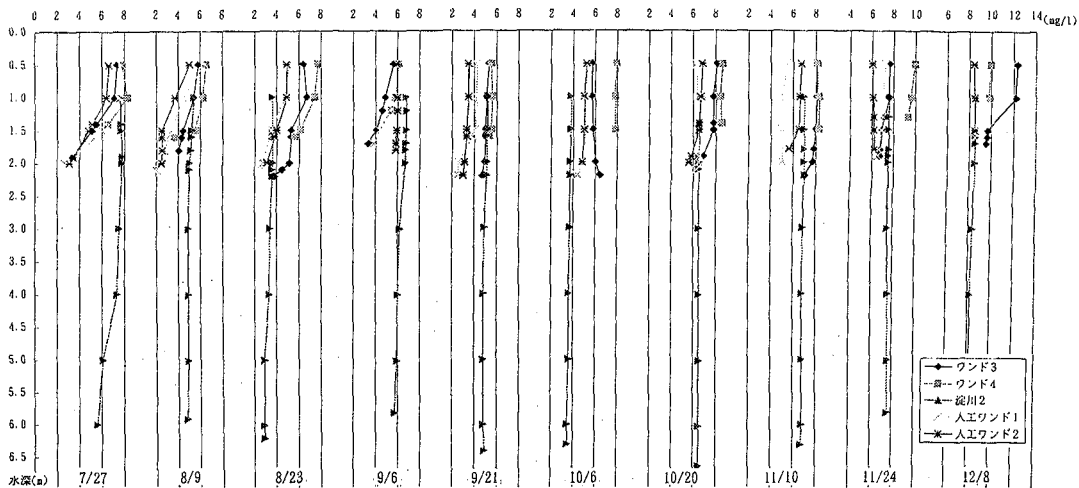
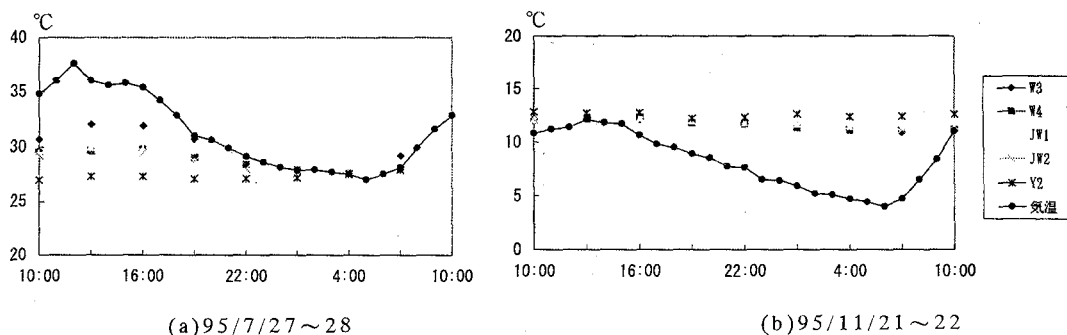


図-2 水質観測地点(定期/24時間観測)



図－3 DOの水深方向分布（定期観測 1994）



図－4 表面水温と気温の変化

した。気温は日中36℃前後まで上がり、ワンド水温も気温と共に上昇し、最高32℃(W3:13:00)を示した。16:00以降気温は徐々に低下し、未明26℃まで下がるが、ワンド水温はそれほど低下せず、27～28℃程度であった。一方、淀川本川は終日26℃程度で変わらない。図－5に7月27日の本川およびワンドの水温分布の経時変化を示した。夜間から早朝にかけては淀川、ワンドともに約27～28℃で水深方向に一樣であるが、気温、日射の上昇に伴ってワンドの各測点とも表面水温が上昇するのは前述のとおりであり、ワンドでは水表面と水底で最大3℃の水温差が生じている。一方、淀川本川では水温差は0.3℃程度でほとんど見られないとともに、一日を通じての変化も少ない。

図－6は、同日のDOの水深方向分布を示したものである。本川では早朝水深方向に一樣分布し、5.5mg/l前後であり、午後になっても、差ほど変わらない。一方、ワンドでは10:00の時点で既に7.5mg/lと本川濃度を上回り、16:00には10mg/lを越える値が得られた。ワンドにおける水深方向の非一樣性は夜から早朝にかけて一樣化する方向に向くが、夕刻での差が大きいため、翌朝4:00でも表面と水底で1～2mg/lの違いが見られる。また、夜から未明にかけて、全体に2mg/l程度低下し、酸素が消費されていることも知られる。

図には示していないが、pHは淀川本川では7.9前後で終日ほぼ一定であるのに対し、ワンドでは7:00には7.4～7.7で本川より低い、時間の経過につれ、本川よりも高くなると共に、ワンドでは水深方向の非一樣性が大きくなる。13:00および16:00にはワンドの水表面で9.5とアルカリ性を示すが、底面付近では依然として本川より低い値をとっている。その後、早朝

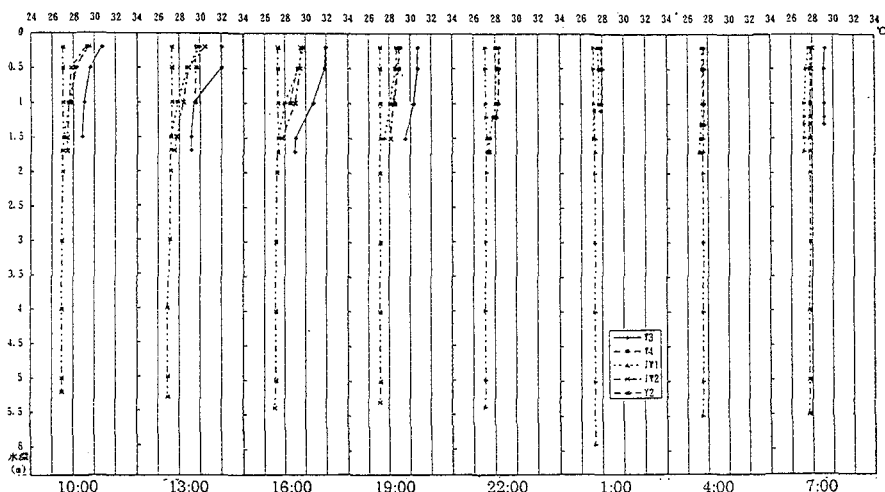


図-5 水温の水深方向分布 (夏期24時間観測 1995/7/27~28) .

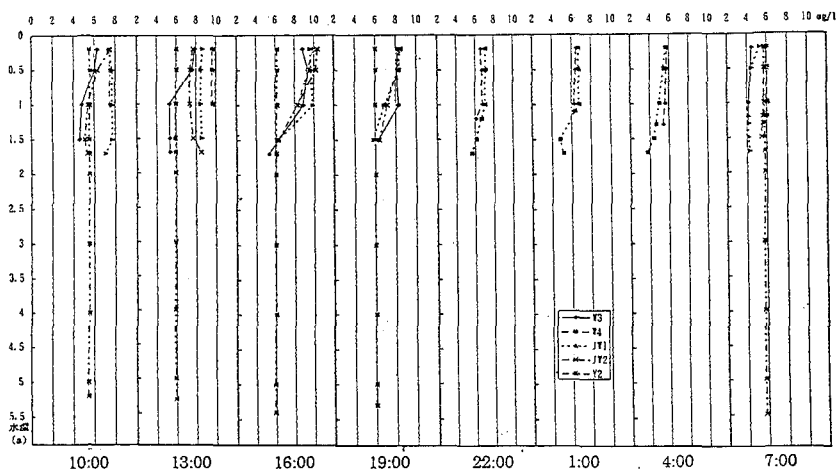


図-6 DOの水深方向分布 (夏期24時間観測 1995/7/27~28)

にかけてワンドの水表面付近の値が低下してくる。濁度は、本川で27~28度で空間的、時間的に一定であるのに対し、W4では日中の水表面付近で約40度、水底で50度と高い値が見られる。

b. 秋季観測：1995年11月21日の気温と表面水温の経時変化を図-4(b)に示した。気温は日中12℃まで上昇し、未明4℃まで低下するが、水温は淀川で一日中、12.5℃前後、ワンドでも日中12℃、夜間11℃と両者の水温にほとんど差はない。また、水深方向の分布も淀川、ワンドともほとんど変化はなく、一定としてよい。また、DOは各測点とも6~8mg/lで推移しており、夏季の観測結果に見られたようなワンドと淀川での著しい差はない。pHは淀川、ワンドとも終日7前後であり、ほとんど変化は見られない。濁度は本川で5~10度前後、ワンドで10~20度と若干の差があった。

c. まとめ：夏季および秋季の24時間観測の結果をまとめれば、以下のようである。

1)夏季、淀川本川の流量は小さく、また、流速も小さいが、通常の河川でいわれるのと同様に淀川でも水深方向の温度分布、水質分布の非一様性はほとんど見られず、ほぼ一定である。なお、渇水により流量が特に少なかった1994年9月の観測結果では、DO、pHの水深方向分布に小さな非一様性が見られた。

2)夏季、ワンドの水温は気温と共に上昇し、水表面と水底で水温差、濃度差を生じるが、夜間から未明に一旦解消し、一様化するが、日照と共に再び非一様化するサイクルを繰り返す。

3)このような濃度分布の特性はDO、pHについて著しく、夏季日中ワンドにおける植物プラン

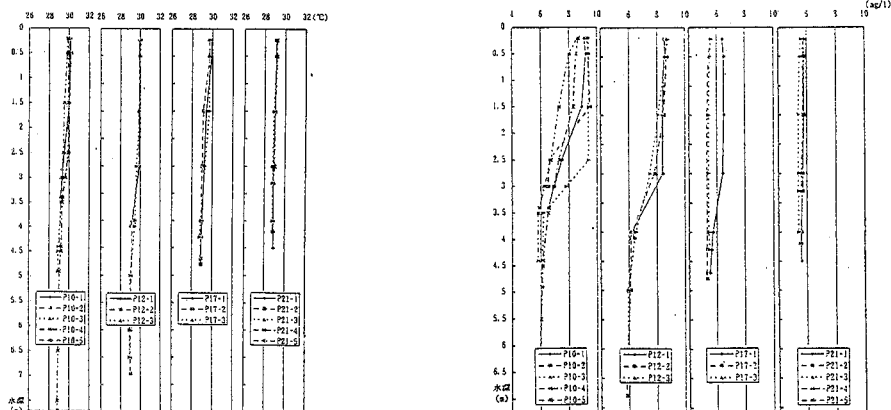


図-7 淀川大堰湛水域における水質分布 (a)水温、(b)DO

クトンの活発な活動が推定される。

4) 秋季では濁度を除き、水温、DO、pH等はほぼ水深方向に濃度分布は一様性であり、水質的に同一とみられる。

(3) 全域観測

図-7(a)(b)は、1995年8月3日に行った、淀川距離標10、12、17、21kmの各横断面上における水温分布とDO濃度の水深方向分布を示したものである。淀川大堰に近い10km、12kmの断面では水深も6m～7mと深く、また、後述の図-8にも示されるように、断面平均流速も小さく、水深3.5mあたりを境界として、上層と下層では約1℃の温度差が観測される。一方、21km断面ではこのような水温の水深方向変化は観測されず、通常の河川で言われるように、一様な分布となっている。17km断面は両者の中間的な分布である。DOの分布はこのような水温分布の影響を受けたためか、10km、12kmの断面で水深3～3.5mより浅い領域でDO濃度が9mg/lと、それより深い領域や上流側の17km、21kmの断面の6mg/lより3mg/l程高くなっており、水深方向への非一様な濃度分布であることが分かる。濁度、pHの分布もほぼこれらと同様である。

図-8はクロロフィルa、DOの表層濃度および断面平均流速の関係を併せて示したものである。断面平均流速は、流量を断面積で除することにより求められているが、下流に向かって堰上げによる水深の増加と川幅の増加により、30cm/sから15cm/sへと小さくなるのに対して、クロロフィルa、DO濃度は、21km地点でそれぞれ21.8($\mu\text{g/l}$)、5.7(mg/l)であったものが、下流方向に従って両濃度とも増加し、10km地点ではそれぞれ55.4($\mu\text{g/l}$)、9.0(mg/l)と高い値を示す。1996年8月26日に行なわれた観測結果も同様であった。これらのことより、流速が小さく水が滞留気味にある10km、12km付近の表層において、夏季には植物プランクトンの活発な活動による富栄養化が懸念される。

一方、1995年10月25日に行なわれた、秋季全域観測では、水温は全観測域でほぼ19.5℃と水深方向に温度分布は見られなかった。DO、pH、濁度等についても同様にほぼ一様であった。1994年11月30日の秋季観測でも同様にほぼ一様な温度、濃度の分布であった。

これらの結果より淀川大堰湛水域の平水時の水質分布の特徴として以下のことが言える。

- 1) 淀川大堰湛水域は水理的には12km～17kmあたりを境界として、上下流に2分割することが出来る。すなわち、上流側は一般の河川と同様な特性を有し、水深も浅く、流速も大きめであり、水温や各種水質指標の濃度分布は水深方向、水路幅方向にほぼ同一である。
- 2) 一方、下流側は水深も深く、平均流速も遅くなり、夏季には水深3m～3.5mを境界にして、緩やかな水温分布が形成され、植物プランクトンの活動も活発であり、DO、pH、濁度も水深方向に非一様に分布する。

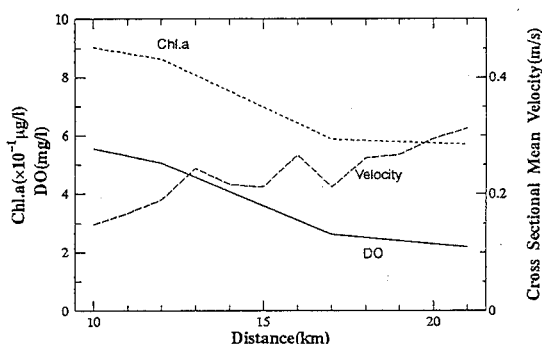


図-8 流速と水質の流下方向分布

3)このような水温分布特性、植物プランクトンの活動の影響により、上流より下流の大堰に向けて、表面でDO、濁度、クロロフィルa等の流下方向の濃度分布が生じる。一方、水路幅方向の分布は大きなものではない。

4)以上のことは夏季の特徴であって、秋季10月末よりは全水域でほぼ様な分布となる。

5)前述の季節区分、すなわち、湛水域下流で水温、水質の水深方向の非一様分布が形成される時期は、河川流量や気温の影響を受けると思われるが、平均的な開始時期、終了時期については、その空間的境界とともに、今後の課題である。

(4) 平均水質の検討

3年間における城北ワンド群、平成ワンド、淀川本川の夏期および秋期の水質観測結果より、水深平均、時間平均を行った平均的水質について、3者の特性を調べた結果を図-9に示した。この図より以下のことが分かる。

1)どの水域でも最高水温は31℃、最低水温は10℃、平均水温は22℃前後で違いはない。

2)透明度は本川が120cmと一番高く、平成ワンド100cm、城北ワンド80cmの順に低い。

3)濁度は本川が12度、平成ワンドが25~29度、城北ワンドが31度と本川が一番小さい。

4)BODは濁度と同様に本川が3.6mg/l、平成ワンドが4.1mg/l、城北ワンドが5.3mg/lと本川が一番低い。本川濃度の水温依存性が小さいのに対し、W4では水温との相関が高い。

5)SSは本川と平成ワンドがほぼ等しく6.3mg/lに対し、城北ワンドが9.0mg/lと一番高い。

6)T-Nは城北、平成ワンド群で1.4~1.6mg/lに対して、本川は1.8mg/lと本川の方が高い。

7)クロロフィルa濃度は城北ワンドW4が27μg/lと一番高く、平成ワンドで22μg/l、城北ワンドW3、本川17μg/lと本川が一番低くなっている。

8)DO濃度は城北ワンドW4が7.5mg/l、他が6.3mg/l前後と城北ワンド群がやや高い。

これらのことより、隣り合う二つのワンドの平均的水質はほぼ同じであり、淀川本川、平成ワンド、城北ワンドの順に水質が悪くなると判断される。これは流れのある本流よりも、流れの無いワンドで水質が悪化しやすいことを示している。また、城北ワンドよりも平成ワンドの方が水質が良いが、これは開口部の大きい平成ワンドの方が、城北ワンドよりも本川との水交換が行なわれ易いためであると思われる。

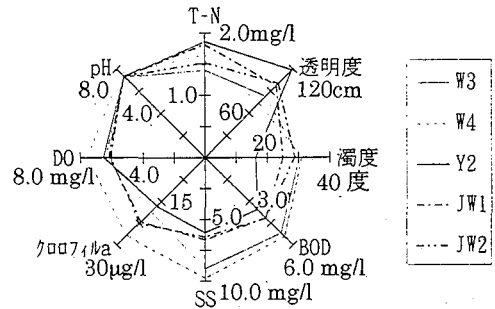


図-9 ワンドと本川の水質の比較

4. おわりに

淀川下流域およびその周囲に存在するワンド群をを対象として、淀川下流域とワンド群の水質観測結果について報告し、その空間的、時間的分布特性を明らかにするとともに、河川とワンドの水質特性の異同について述べた。本論文で示された事項は初歩的な事項であり、今後より詳細な検討を加えるとともに、解析を進めてゆきたいと考えている。

観測は大阪工業大学土木工学科水圏環境研究室学生諸君の卒業研究の一部として、下水研究室の学生諸君の協力を得て行なわれたものであり、記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 山根：多自然型川づくりシンポジウム講演論文集、1991、49-54.
- 2) 淀川百年史編集委員会：淀川百年史、建設省近畿地方建設局、1974.
- 3) 丸山・綾：土木学会第50回年講、1995.
- 4) 丸山・井上・出宮・綾：土木学会第51回年講、1996.
- 5) 斎藤・井上・綾：土木学会第51回年講、1996.
- 6) 胡木・綾：土木学会第52回年講、1997(投稿中)。