

本川の背水影響を受ける低平地小河川の 環境再生・創造の方策 —長良川水系新堀川の事例—

A STRATEGY FOR ENVIRONMENTAL RESTORATION OR CREATION OF A
SMALL-SIZED RIVER IN A LOW-LAYING AREA
—CASE STUDY OF THE SHINABORIGAWA IN THE NAGARA RIVER BASIN—

澤田謙二¹・藤田裕一郎²・浅田真人³・水上精榮⁴
Kenji SAWADA, Yuichiro FUJITA, Masato ASADA, Seiei MIZUKAMI

¹学生会員 岐阜大学大学院 工学研究科 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1)

²フェロー会員 工博 岐阜大学流域圏科学研究センター教授 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1)

³(株)東京建設コンサルタント東北支店 (〒980-0811仙台市青葉区一番町2-10-17仙台一番町ビル)

⁴正会員 岐阜大学ものづくり技術教育支援センター (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1)

Improvement of environment of medium to small-sized rivers has great significance both for sound ecosystem and for the good human life because such rivers spread widely over river basins as network to offer everything close waterside. That is considered along functions of the normal flow discharge, which show guidelines of desirable river environment, on a small-sized river called the Shinborigawa river located adjacent to the campus of Gifu University. A questionnaire clarifies desires of local residents for fine river environment and field survey shows that usual undesirable conditions are relatively improved by removal of waterweed due to rainfalls. An improvement measure is proposed to enhance water flow during frequent small flood by introducing sand bar like undulation on the riverbed, which raises scenic view simultaneously.

Key Words : *Improvement of river environment, normal flow discharge, small-sized river, river in low laying area, river scenery, shallow water flow simulation*

1. はじめに

河川及びその流域は、古来より自然及び人工の影響を受けて、その姿を変え、現在のかたちになっている。特に、地域に密着した小規模な河川では人為的な影響が強く、歴史的には農業水利の影響が支配的であったが、近年では、都市化の進展とともに治水対策が施されて安全度が上がり、また、土地改良事業などの農業振興策によって、その河川と流域の環境は急激に変化している。実際、こうした土地利用の変化に伴って様相が激変した河川も多数に上り、利便性も高まっていることから、そこにおいて、かつて存在した河川環境を復元・再生することは、必ずしも周辺の現況に取って望ましいとは限らず、流域の変化に呼応して取られてきた洪水対策などの

河川改修についても適切な評価を行って、新たに望ましい河川環境像を求め、それに向けて整備を進めることが望まれている。その指針としては、正常流量を設定する場合に考慮すべきとされている事項が参考となり、同時に、流域の現状や歴史を把握して、河川の性質や成り立ちを理解していくことも不可欠となる。

流域を網の目のように覆っている中小河川が流域全体の水辺環境に持つ重みは極めて大きく、地域住民の要望とも密接に関わっている。その環境機能を客観的に捉えるために、維持流量が満たすべき機能に基づいて検討していくことは、今後の中小の河川管理・流域管理にとって重要な意義を有していると考えられる。しかしながら、流域面積の小さい中小河川では、大河川のように恒常的に満足される流量として正常流量を考えるのは困難であるので、それに期待されている効果や機能に着目し、あ

る程度流量の間歇性を認め、年間のかなりの期間においてその効果や機能が満足されるように、河道形状などを工夫していくことがなされるべきであろう。

筆者ら¹⁾はこれまで、そのような観点に立って、**図-1**に示した岐阜大学のキャンパスを二分して流れる長良川水系の一級河川新堀川を対象に、低平地における小河川の正常流量の機能に着目して水質向上を目的とした検討を加えてきた。新堀川は輪中地帯独特の歴史的水環境を反映して、平常時に比して出水時には流域面積がほぼ倍に拡大するという特徴を有している²⁾。このため、平水流量に対して極めて河積が大きく、淀んだ状態であって水草が繁茂して水面全体を覆い、夏季にはその水草の付着藻類が増殖して水質悪化を助長している。しかしながら、現地調査によって、水域には多種・多数の水生生物が生息・生育していることも見出ししており、また、水草が全く繁茂していない範囲もあることから、これを広げることによって水域の環境・景観が改善できると考えられる。

そこで、本論文では、環境・景観改善という目標を達成する方策として、まず、付近住民の意向を調べ、また、生物調査を行って現在の環境状況を把握した上で、水域の単調さを改善し、水草の繁茂を抑制できるような状態を広範囲・高頻度に出現させる方法を確立することが有効であると考えた。そして、年に数回程度は生じる降水による流水で流況や水質の改善を期待できる河道整正、すなわち、河床形状を工夫して水域を区切り、水深を変化させることで、景観を向上させるとともに、水草繁茂を抑制する流水範囲を拡大するため、流れの数値シミュレーションを実施して得られた、水辺の環境と景観の再生・創造についての知見を報告する。

2. 新堀川流域とその歴史的経緯の概要

新堀川は、**図-1**に示したように、岐阜市北西部に8.5 km²の流域を有し、岐阜大学本部構内の北西端から長良川支川の伊自良川合流点までの延長2.45 kmの低平地の緩流河川であり、その上流は普通河川村山川となっている。最上流の標高225mの御望山周辺を除いた流域のほとんどを濃尾平野最上流部の交人輪中が占めている³⁾。新堀川は、かつては堀田もあった周辺水田の排水路として機能していたように、高低差がなく、非常に緩い勾配であるため、一年を通じて本川である伊自良川の背水影響を受け、湛水状態の貧弱な景観となっている。加えて、村山川が伊自良川に近接する箇所には、その流水を直接伊自良川に直接放出する交人樋門があって、平水時にはこの樋門から村山川の全流水が伊自良川に流出し、新堀川には上流山地域からの水質の良い流水は流入しない状況となっている。このような状況は、江戸時代に新堀川の排水域と上流村山川流域との間に輪中堤が築造されたものの、その高さが制限されて規模の大きい洪水はそれ

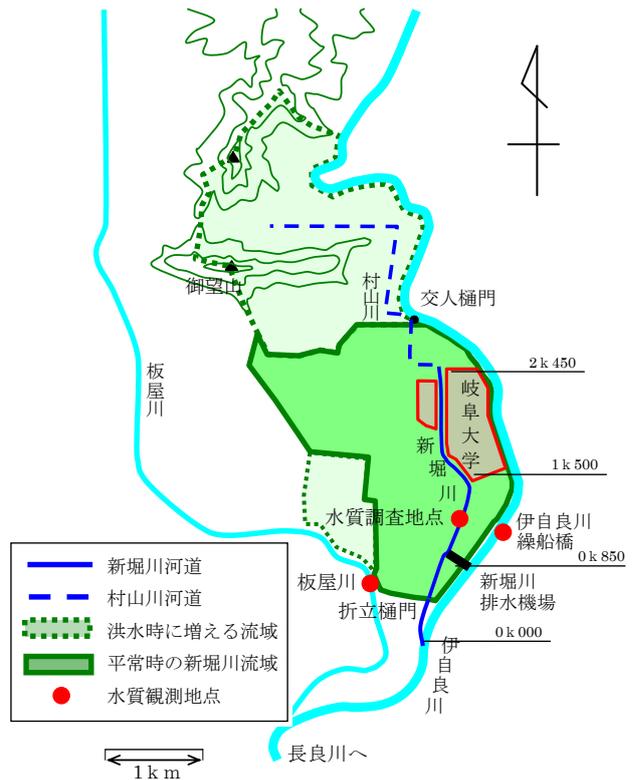


図-1 新堀川流域の概要

を容易に超えていたこと、および、直接伊自良川に流入していた村山川流水の水利権が現在でも樋門直下流の取水堰で維持されていることによっている²⁾。このため、上流村山川の流水は、かなりの降雨があったとき、あるいは、伊自良川の水位が上昇して交人樋門が閉鎖されたときのみ、越流堰を越えて流入するようになっており、例えば、2007年7月15日の最大時間雨量19 mm/hr、日雨量71 mm/dayの降雨後に堰を越流している。

このように、平水時の流域面積は**図-1**の中の実線で囲まれた範囲の3.7 km²しかないにも拘わらず、河川改修は、輪中堤の状況（輪中慣行）を踏まえて、上流域（破線）を含めた全流域を対象として実施されてきたことにより、河川断面に比べて平水時の流量が極めて少ない状態である。昭和に入り、伊自良川の直線的な河道整備とともに、微高地を避けるように水田地帯外縁の低平湿地を蛇行して流域の水を排水していた新堀川は、伊自良川の旧流路を流れるようになり、合流点は下流に移されていった。

その後、1970年にまとまった岐阜大学移転計画によって、低湿地の遊水機能の低下と周辺地域の開発が予想されたため、一級河川に編入されて整備計画が策定され、新堀川改修は1974年に開始された。直後の1976年9月の大洪水で計画が見直された後、1996年までの26年間で5年確率の暫定改修が完了している。これにより、河床勾配1/2000、計画高水流量65 m³/sの1割勾配の護岸を持つ単断面の堀込河道の河川となり、樋門処理した流末には排水能力20 m³/sの排水機場も整備されている。

これら伊自良川や新堀川の整備とともに進められた岐阜大学の移転によって、新堀川流域は、実際、急速に市

街地として発展し、圃場整備による排水路整備や、岐阜市による下水道整備も完了した。近年でも、岐阜大学医学部および附属病院の移転がありその勢いは収まっておらず、人口の集積も進んでいる。それだけに、現在、良好とはいえない水質とヘドロ状の底質・水草の繁茂が相まって、水辺に近付きにくい状態となっている新堀川には、次節のアンケートの自由回答に見られたように、その親水性向上に対する潜在的要望はあると考えられる。

3. 新堀川に関する住民アンケート調査

(1) 調査対象について

新堀川の問題・景観改善策について考える場合、流域住民および周辺来訪者の新堀川に対する意識の調査は欠かせないため、普段から新堀川を見ている沿川下流部の共和町の住民（排水機場付近）と岐阜大学学生及び職員を対象としたアンケートを実施した。アンケート内容は、地域環境への関心、清掃活動への参加意欲、清掃活動への参加動機、新堀川のイメージ（自由回答）等である。共和町住民の調査は、自治会長の協力を得てアンケート用紙を清掃活動時に全戸に配布し、144戸中97戸の回答を得た。また、岐阜大学における調査は、岐阜大学およびその周辺で、2008年5月30日の「ゴミゼロ」の日にクリーンキャンパスと称する新堀川も含めた清掃活動があり、その参加者に対して同じ用紙を実施した。

(2) アンケート結果の概要

回答者の属性を表-1に、地域環境への関心度と清掃活動への参加意欲を図-2に示す。また、自由回答欄には新堀川の問題に対する意見が多く寄せられ、関心は高いようであった。さらに、今後のイメージに関してもかなりの意見が寄せられ、「現状の問題は望ましくない」が、「少しでも良くしたい」、「良くして貰いたい」とするものが多数に上った。これより、河道形状を変更して流水状況を改善するとともに、水辺へのアクセス条件を改めて親水機能を高めれば、より多くの水辺利用を望めるのではないかと確信を得た。

4. 新堀川の問題の現状

(1) 新堀川における魚類等の生息状況

1997年と1998年に岐阜地域自然環境研究会⁴⁾により新堀川周辺の生物採捕調査が行われた。その結果では、オイカワ、タモロコ、ニゴイ、ギンブナ、タイリクバラタナゴ、ヤゴ類、ドブ貝の生息が確認されたものの、新堀川は周辺の調査地点と比べ水生生物の確認数、繁殖種数が少なく、多様性が低いことが指摘されている。しかしながら、今回、2008年5月28日に、より綿密な調査を

表-1 回答者属性（サンプル数N=122）

		周辺自治会	岐阜大学内	
性別	男性	42%	78%	
	女性	58%	22%	
年代	10～20歳代	2%	学生	20%
	30歳代	21%	職員	24%
	40歳代	23%		24%
	50歳代	13%		32%
	60歳以上	41%		0%

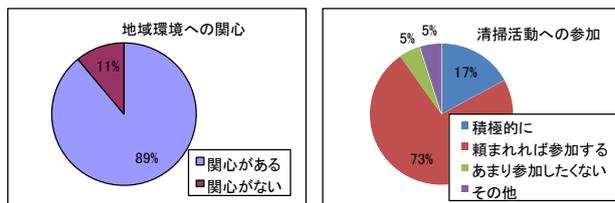


図-2 地域環境への関心と清掃活動への参加動機

実施した結果、これらに加えて、カワムツ(カワムツA)、ヌマムツ(カワムツB)、タモロコ、モツゴ、カマツカ、ゼゼラ、イトモロコ、ニゴイ、ゲンゴロウブナ、ドジョウ、ナマズ、カダヤシ、カワヨシノボリ、ウキゴリ、コウライモロコ、スジエビ、その他、典型的な外来種である、ウシガエルのオタマジャクシ、アメリカザリガニ、ミシシippiaカミミガメの生育が確認された。また、5、6月には多数のコイが産卵のために遡上してくることも目撃されており、貧弱に見える新堀川の水環境も、最近ではかなり豊かになってきていることが判明した。

(2) 水草（オオカナダモ）の繁茂状況

新堀川の問題を害している原因の一つは、湛水面に繁茂している水草（オオカナダモ：外来種）である。周辺の水草の生育状況は図-3のようであって、下流ポンプ場付近には希少種のイトモ、在来種のマツモやコウホネも生育しているが、岐阜大学の南西～南側では湛水性のオオカナダモが図-4のようにぎっしりと水域を覆っている。夏季に日射量が増えると水中において微細な付着藻類が繁茂し、景観をより貧弱にするとともに、オオカナダモの葉面が付着藻類の増殖場となり、これらが枯死したものが浮遊・沈澱して水質悪化を助長している。しかしながら、岐阜大学西側の区間では、明らかに繁茂状況に違いがあって、オオカナダモが全く繁茂していない箇所もあることが図-3から判る。繁茂していない箇所では右岸側に高水敷が形成されていて、下流部より水面幅が狭くなっている。したがって、このような領域を下流区間にも広げることで、状況を改善できると考えられる。さらに、この上流の水面幅が狭くなっている区間であっても盛土部分は直線的であるため、景観が単調になっているのは否めない。これを図-6や図-7に示すような砂州形状の起伏に変更あるいは導入して、流れを強める状況を河川全体に作り出せば新堀川の問題の河川環境や景観を相当に向上させることができると期待される。



図-3 新堀川における種々の水草の生育状況

図-4 岐阜大学南側の新堀川0 k 950付近におけるオオカナダモ繁茂状況



表-2 超過確率年降雨と既往データによる降雨発生確率

超過確率 時間降雨	1/5		1/10		1/20		1/30		1/40		1/50	
	雨量	発生回数										
新堀川計画(M20～S45)	48.6	11回	58.1	5回	69.2	5回	78.2	3回	85.5	3回	90.1	2回
ガンベル法(S36～H18)	55.8	5回	65.5	5回	74.9	3回	80.3	3回	84.1	3回	87.0	2回

(3) 降雨による水質向上について

一般に河川の汚濁物質は洪水によって希釈され、また劣悪な底質もフラッシュされるため、その後の水質は向上する。新堀川は、既に述べたような状況から、平常時はほとんど流速がない状態であるため、平時の流量のみによる水質改善は望めない。降雨流出時の流量に頼らざるを得ず、それによる環境改善効果を最大限発揮させ、できるだけ維持させるように考える必要がある。このような観点から、現状でも、流域内で徐々に進められてきた下水道整備による生活排水等からの負荷減少による効果と相まって、中小洪水発生後の水質調査結果⁵⁾を分析して、BOD値は2.0～3.0程度と、C類型からB類型になる場合のあることを明らかにしている¹⁾が、その頻度は高くなく、下水道整備率からその降下はこれ以上期待できない。以上から、年間に高頻度では発生する降雨によって底質がフラッシュまたはオオカナダモが繁茂しない状態を探り、環境や景観の向上を図る。

因みに、次の降雨実績の検討によれば、年間3回程度発生する時間最大降雨強度（年間3番目の記録）の平均値は26.5mm/hrである。これを用いて、合理式によりピーク流量を推定すると、暫定計画40m³/sに対応した河床幅16.6mの中流部で25m³/sとなり、現況河道に対してこの流量に対する流速を2次元浅水流解析⁶⁾により求めた結果では、オオカナダモが繁茂していない上流域の流速は1.0～1.2m/s程度となるという結果が得られている。

5. 新堀川の環境の向上策

(1) 既往降雨データによる発生降雨の推定

新堀川の計画降雨と、昭和36年から現在までの実績降雨の発生回数をガンベル法により確率評価したものを表-2と図-5に示した。これにより、冒頭で述べた上流部の村山川から堰を越流して新堀川への流入を引き起こした降雨は、この直線を左端を越えて延長させて評価すると1/3年確率程度で、その降雨は年に3回程度発生するものであり、一方、ある程度のオオカナダモの流下が観察された降雨は年間10回程度発生すると推定される。

(2) 向上策イメージのフォトモンタージュ

現在の景観は、5分勾配のコンクリート護岸の間に一様な水深の水草で覆われた水域が広がった単調な状態であり、河床には付着藻類が堆積し、人を寄せ付けにくい状態であり、オオカナダモの繁茂がそれを助長している。

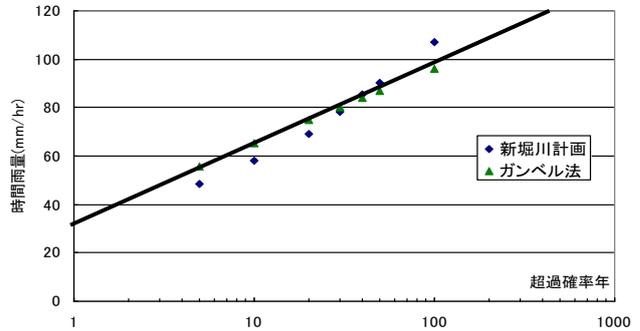


図-5 新堀川計画と実績降雨による超過確率年

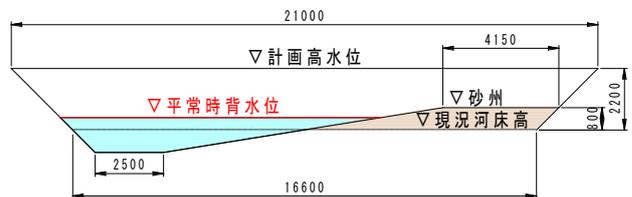


図-6 導入した砂州状起伏の横断形状



図-7 新堀川に砂州を設置した1k400付近のフォトモンタージュ

したがって、それが流下していた流れ場をその程度の降雨により再現できれば良好な景観の河川を創造できる可能性が高い。そこで、中小出水時における流れに強弱を付け、水際に多様性を持たせ、そのような状況をできるだけ広げるために、砂州を模してこの河道内に導入した起伏は図-6に例示したようであって、全高を0.80mと1.0m、幅を5.0～7.0m、長さを50～100mのマウンドをピッチ200～300mで交互に配置した6種の組合せについて、前述の2降雨時と平水時を対象に2次元浅水流解析を実施した。なお、その砂州状起伏のイメージをフォトモンタージュによって示すと図-7のようである。

(3) 河床変形の導入効果

図-8に生起頻度の高い年間10番目に当たる流量13.5 m³/sを与えた場合の2次元浅水流解析結果を、左に現況河道、右に砂州状起伏を設けた河道の一例について示

している。図-8右では下流区間でも流れに強弱が生まれており、高流速域ではオオカナダモや底質の流送が期待できるがやや分かり難い。そこで、図-9にこの年間10回程度は生じる $13.5\text{m}^3/\text{s}$ の場合と平水時について断面最大流速の縦断変化を比較した。平水時の流速は全区間で 0.2m/s と大差がないのに対して $13.5\text{m}^3/\text{s}$ の場合には、水草の生育していない上流部と同等の流速が下流部でも周期的に生じており、流れの改善効果が明らかに出ている。

このように、河道に砂州を模した凹凸を導入することによって水域を区切れば、水際は良好なエコトーンの創出にもなり、流れには多様性が生じて水質の向上も促進

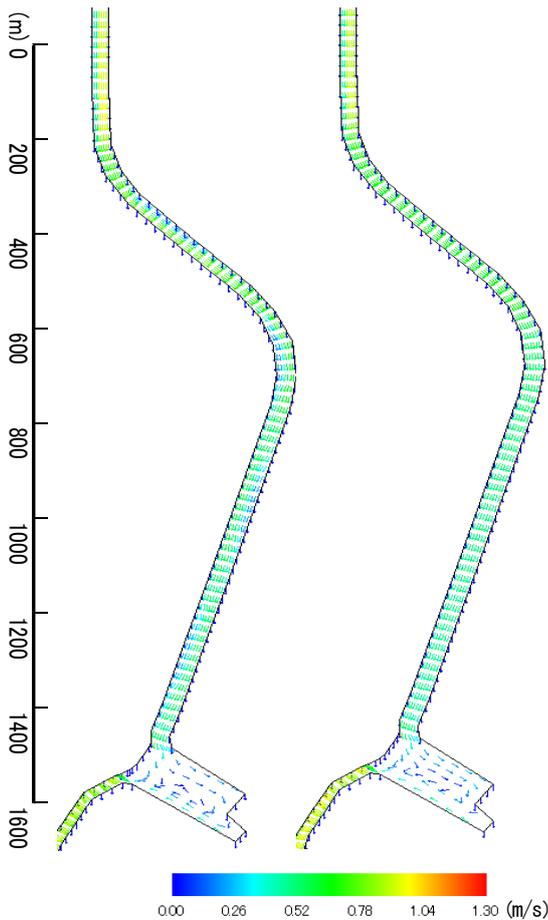
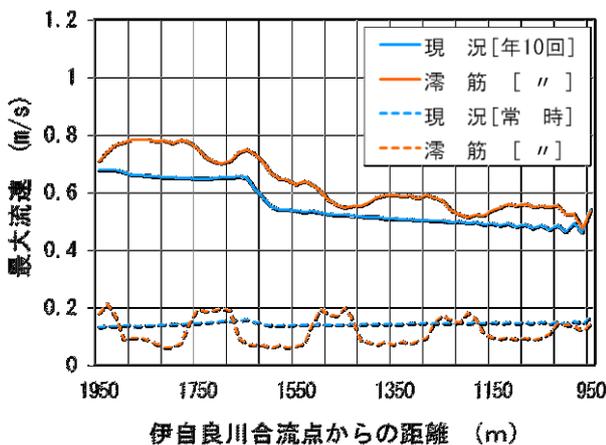


図-8 現河道左と砂州導入河道右の2次元浅水流解析結果



伊自良川合流点からの距離 (m)
図-9 最大流速の縦断変化

され、魚類等の生息環境の質も向上すると思われる。今回の検討では比較的規模の大きい出水を検討したが、ただ、4. (3)で概要を紹介した降雨による水質改善効果の継続期間が20日程度であることを考慮すると、より頻度の高い降雨によっても、流れの状態を改善しうような河道形状をさらに追究していく必要がある。

6. おわりに

以上のように、河道形状を工夫することで下流部の流速が増加するとともに、高流速の範囲が広がって、オオカナダモの繁茂が抑制されることが明らかになり、兩岸コンクリートの間に様な水深の水草が覆われた水域が広がり、河床にはヘドロが堆積した単調な景観で人を寄せ付けにくい状態である新堀川の現況は大いに改善される可能性の高いことが分かった。

なお、砂州状起伏の導入により河道断面積は若干減少することになるが、新堀川は、暫定改修後50年確率の降雨を経験しているにもかかわらず計画高水位に達した記録はなく、事実上河道には余裕がある。また、沿川の堤内地は1976年9月災害の経験から、地盤を嵩上げしており、このため、新堀川は掘込河道となっており、溢水に対する堤内地の安全度は高いと考えられる。したがって、このような環境改善のための河道整備の許容度は高いと判断され、今後実際の河道の変更設計に反映させる方策についても検討を進めていかなければならない。

新堀川に限らず、低平地にあって常時本川の背水影響を受ける河川では、何らかの方法で流水を流動させる必要性が他の場合よりも基本的に高い。このためには、年間10数回は生じるような降雨による出水で水質浄化が期待できる河道とすることが望まれ、新堀川以外の事例についても研究を進めていきたいと考えている。

なお、末尾ながら、堀内拓也君を始め研究に協力頂いた岐阜大学河川工学研究室の関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 澤田, 藤田ら:「低平地の小河川における正常流量設定に関する一考察」第52回水工学論文集pp.505-510,2008.
- 2) 黒野史誌編集委員会編:「岐阜市黒野史誌」, 1987.
- 3) 安藤満壽夫編著:「輪中」, 古今書院, 1975.
- 4) 岐阜地域自然環境研究会:「鶴ヶ池からみる岐阜大学の環境」鶴ヶ池シンポジウム報告集, 岐阜大学, 1998.
- 5) 岐阜市衛生部環境保全課:「岐阜市の環境」1991~2005.
- 6) 呂・藤田:一般曲線座標系による開水路流れ解析へのMacCormack法の適用性に関する検討, 土木学会論文集, No.649/II-51,61-66, 2000.

(2009. 9. 30受付)