

治水・環境のための流域治水をいかに進めるか？

HOW DO WE ADVANCE THE INTEGRATED WATERSHED MANAGEMENT FOR FLOOD CONTROL AND LIVING ENVIRONMENT USING ON-SITE STORM WATER STORAGE SYSTEM ?

島谷幸宏¹・山下三平²・渡辺亮一³・山下輝和⁴・角銅久美子⁵

Yukihiro SHIMATANI, Sanpei YAMASHITA, Ryoichi WATANABE, Terukazu YAMASHITA, Kumiko KAKUDO

¹フェロー会員 博士（工学）九州大学工学研究院環境都市部門 教授（〒819-0395 福岡市西区元岡744）

²正会員 博士（工学）九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科 教授（〒813-8503 福岡県福岡市東区松香台2丁目3番1号）

³正会員 博士（工学）福岡大学工学部社会デザイン工学科 准教授（〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈8丁目19番1号）

⁴ 特定非営利活動法人南畑ダム貯水する会 理事長（〒814-0153 福岡県福岡市城南区樋井川5丁目34番地2号）

⁵ 特定非営利活動法人南畑ダム貯水する会 副理事長（〒814-0153 福岡県福岡市城南区樋井川5丁目34番地2号）

In recent years flooding in the urban area is becoming a serious problem in Japan. Urbanization have changed water cycle system and the volume of flood have been increased over 2-3 times and the arrival time of flood have been decreased less than half that. The essential counter measure to changed water cycle is that we reinforce water storage and infiltration ability at the head area in the basin and back to the healthy water cycle. But it is difficult that we advance reinforcing water storage and infiltration to head area because there are many stakeholders in the basin.

In 2009, there was a big flood along the Hiigawa river in Fukuoka city. After that we opened citizen conference for integrated basin management of the Hiigawa river at 4th Oct in 2009 and proposed Fukuoka city Mayor and Fukuoka prefecture governor recommendation of river basin management.

In this paper, the recommendation is explained and some discussions are held.

Key Words : urban river, infiltration, on-site storage

1. はじめに

近年、神戸、福岡などで、都市水害が問題になっている。都市化は流出構造を変化させ、洪水ピーク流量の増加、洪水到達時間の減少、平常時の河川流量の減少など治水上、環境上さまざまな課題を発生させている。都市化による流出形態の変化に本質的に対応するためには、流域全体で保水・浸透・貯留能力を強化し、水循環系自体を健全化させることが必要である。しかし流域に分散する個人住宅、集合住宅、公共用地、学校、企業、道路、下水道、農地、山地などに関係するステークホルダーは

多様で、その合意を図るのが困難で本格的な流域治水が進展しないのが実情である。

学に関しては、土木工学（河川、下水道、道路、都市計画）、建築学、造園学、林学、農業土木工学などが関係し、分野横断的であり、流域治水を学術的に包括的にとらえるには連携が必要である。なお、建築学会では建築基準法に雨水貯留の義務化を盛り込む議論が進んでいる。

福岡では昨年、都市中心部を流下する樋井川が氾濫した（図—1）。筆者らは、樋井川流域を対象に「樋井川流域治水市民会議」を立ち上げ、全住民参加型の流域治水を提案し、市民会議で議論し、その結果をまとめ、2



図-1 2009年7月24日樋井川浸水実績図（空中写真はグーグルアース）

に県、市に提言書を手渡した。

本論文では、提言書に沿って樋井川流域治水の基本的な考え方と内容、技術的特徴について分析した結果を述べるとともに、流域治水対策を実現するために課題となっている点を整理し実学としての分野横断的な雨文学

を創出することの必要性について論じる。

2. 樋井川流域治水市民会議の発足

福岡市では平成11年に御笠川が、平成15年に御笠川と多々良川が、平成21年に樋井川が氾濫するなど、近年都市型の水害が頻発している。これらの主因はゲリラ豪雨（局所的短時間降雨）であるが、流域の都市化による洪水流量の増加も要因の一つである。

樋井川流域は源を市民憩いの場である油山に発し、平野と山地の境界には多くのため池をもっている。樋井川は福岡市中心部である南区、城南区、中央区、早良区の住宅地を流下し、博多湾に注ぐ流域面積29.2km²、流路延長12.9kmの都市小河川である。流域人口はおよそ18万人で、流域の都市化率（地図上で山林以外の割合）は約70%である。河川の水質は清澄で、上流域の地質が風化花崗岩であることから、河床には白い砂が堆積し、アユやシロウオや多くの水鳥が生息する環境豊かな市民に親しまれている河川である。

しかしながら、近年、都市化の進展と豪雨により、いったん雨が降ると10分から20分という短い時間に急速に水位が上昇し、子供たちが安心して河川の中で水遊びできない状況になっている。また平成21年7月24日の豪雨では河川沿いの低地が400戸以上浸水し、鳥飼地区、田島地区、草香江地区には避難勧告が出されるなど、大きな被害が生じている。

2009年樋井川水害を契機に筆者らは、樋井川流域治水市民会議を立ち上げ、流出抑制を軸とした治水対策を提案している。6回の市民会議、1回の現地見学会、2回のシンポジウム、4回の地元説明会を開催し、議論を積み重ね、平成22年1月28日には福岡市長、福岡県知事あてに提言文を届けた。

1回の市民会議の参加者は、被災地の住民、流域住民、行政関係者、学生などおおむね百名程度であった。

提言書の内容

提言書は8つの提言よりなる。以下にその内容について述べる。

提言1 全住民、全関係主体が協働で行う流域治水の推進

- ・ 樋井川の流域治水を総合的に協働で進めるための仕組みの構築
- ・ 洪水、渇水問題には全ての住民の生活の仕方、意識が関係しているという事実認識
- ・ 流域治水都市宣言
- ・ 組織横断的な連携

流域全体で治水を行うためには、全ての場所を対象とし、保水・浸透・貯留能力の向上、そのための制度構築、

効果を評価するための科学的な研究・技術開発が必要である。流域住民、事業者、行政、学者など全ての住民、全ての主体が連携して、協働で治水対策を総合的に推進することが必要である。提言1はその意思の確認のための提言文である。

提言2 治水と環境・福祉・教育を切り離さない考え方の共有

- ・ 河川の緊急対策とあわせて環境の向上を図るという考え方
- ・ 日常の助け合いの仕組みが災害時の共助として機能するという認識
- ・ 流域治水へのとりくみが環境教育、福祉、地域づくりへと発展するという考え方

流域治水対策を進めるときには、その基本的な考え方を共有する必要がある。治水対策を単に治水対策としてとどまらせるのではなく、あわせて河川沿いの道を遊歩道・コミュニティ道路にするなど、緑豊かな空間を形成し、子供たちが水に関心をもって活動し、温かな人間関係を構築するという考え方を共有する必要がある。また日常の助け合いの仕組みを、災害時の共助へと展開し、流域治水が環境教育、福祉、地域づくりへと発展するという認識を共有することが重要である。

提言2では、環境と治水の統合概念構築の重要性をうたっている。一般の住民は洪水防御のためだけの地域づくりを望んでいるわけではない。多面的な視点が重要である。

提言3 2009年7月洪水に対応する緊急対策

- ・ 堆積土砂の掘削、拡幅、横断工作物の見直しなどによる河川整備
- ・ 下水道・用水路の逆流防止策の実施

被災住民からの強い希望により、緊急対策を提言の中に盛り込んだ。当然ではあるが治水対策としては、緊急対策と流域対策があり、2009年7月24日の氾濫に対応した緊急対策を盛り込むこととなった。具体的な方策としては、河川の堆積土砂の掘削、拡幅、横断工作物の見直し、専門家の検証を踏まえた局所的なパラペットの設置などによる河川整備と、下水道・用水路の逆流の原因を調査し、逆流防止策を実施することなどの緊急整備が考えられる。なお、河川整備にあたっては、親水利用、景観、生態系への十分な配慮を、市民と協力して行う必要性についても言及している。

提言4 流出抑制による流域対策

- ・ 時間雨量100mmの雨に対して、40%の流出抑制
- ・ 土地利用ごとに流出抑制を最大限図る方策の実施
- ・ 実施の過程で分かったことを次に活かす執行体制の構築

時間雨量100mmを対象に40mmの流出抑制すなわち100mm

降った時に、流域から40%の雨水流出を抑制することを目標とする。これは下水道計画が59mm対応であり、100mm対応とするためにはおおむね40%の流出抑制が必要となるからである。なお、ここでは平成21年豪雨が一山洪水であったことから、一山洪水を念頭に置いている。

樋井川の洪水は1時間より短時間の降雨に対して発生するため、今後、流出モデルなどによる詳細な検討が必要である。なお、流出抑制を行う過程で、提言目標の一つである「ゲリラ豪雨による短時間の急激な水位上昇の抑制」も達成され则认为している。

流域内の全ての地区・土地利用形態の場所で、流出抑制をすることを目指し、土地利用ごとに最大限の貯水・遊水・浸透対策を実施することを目指している。

とくに、ため池、公園、学校、公共施設、および空き地は、流出抑制の実現可能性が高く、効果も期待できるため、迅速なる対策の実施が望まれる。とくに、ため池の治水機能の強化および遊休地における調節地の設置は効果が大きい。緊急対策として実施する必要がある。また、個人住宅、民間企業・集合住宅、道路、および駐車場の敷地も広く、市民との協力のもと、これらの場所においても対策を進めることが必要である。なお山林の面積は広大であるが、保水能力・保水方法ともに明確になっておらず、早急に調査・研究を行う必要がある。

また、川沿いの公園を切り下げるなどして遊水機能を強化することは、洪水到達時間を長くする効果が期待できるため、河川と沿川公園の一体整備を行う必要がある。また、このような取り組みによって河川沿いの環境は劇的に改善されるため、流域治水を進める際のフラッグシップの役割を果たすことも期待できる。

なお、樋井川流域には、樋井川本・支川を含めて8河川が流下しているため、本・支川ごとに流域の土地利用の状況、地形などが異なるため、それぞれの特性に対応し

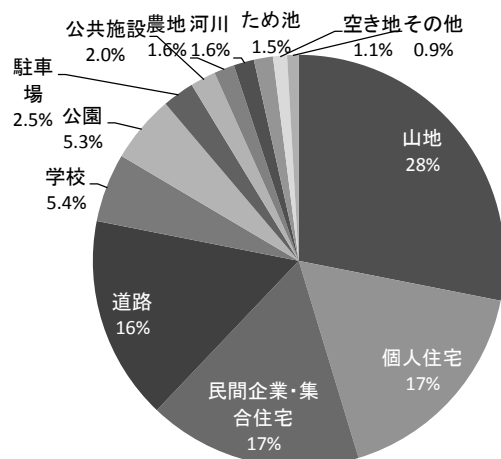


図-2 流域に占める土地利用別の面積割合

て優先的な流出抑制対策を見定め、実行する必要がある。図-2に樋井川流域に占める土地利用別の面積割合を示

した。山地が一番大きく、次いで、個人住宅、集合住宅、道路、学校、公園の順になっている。ため池は面積的には1.5%であるが、集水面積も含めると14.4%になる。

提言では、土地利用別に以下の式に基づき抑制率の目安を算出している。

占有面積率（集水面積率）×実行可能性×抑制率＝流域に対する抑制率

山地：現状維持 抑制率への寄与（以下この文を省略する）0%

農地：現状維持 0%

ため池： $14.4\% \times 0.9 \times 1.0 \div 13\%$ （0.9の意味は90%の場所で、1.0は時間雨量100mm時の雨を全て抑制するという意味である）

学校： $5.4\% \times 1.0 \times 1.0 \div 5\%$

公園： $5.3\% \times 0.8 \times 1.0 \div 4\%$

公共施設： $2\% \times 1.0 \times 1.0 \div 2\%$

空き地： $1\% \times 1.0 \times 1.0 \div 1\%$

個人住宅、集合住宅、道路： $50\% \times 0.6 \times 0.5 \div 15\%$

結果を図-3に示したが、ため池および住宅その他に期待される流出抑制率が高いことが分かる。現状の水システムの中でオンサイト貯留・浸透による流出抑制を図るためには、農業関係者との協力、都市住民との協力なしでは、流出抑制が達成されないことが分かる。

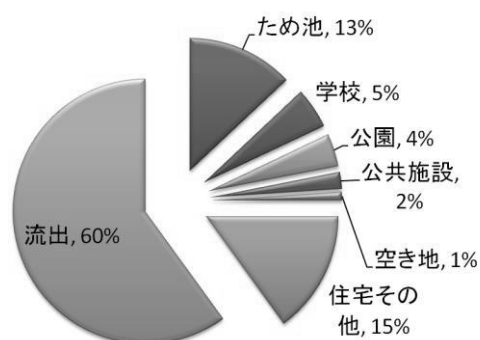


図-3 流域に対する土地利用別の流出抑制の目標割合

提言5 総合的な対策を行うための仕組みの構築・強化と実行

- ・ 流出抑制をするための制度（法律、条例、協定、税制、基金など）づくり
- ・ 雨水貯留・浸透技術を助言する専門家（雨水コーディネータ）の養成と活用
- ・ 自主防災の仕組みの構築と活性化および防災拠点の確保
- ・ 自主防災情報の提供（ハザードマップの改善、洪水予測システムの構築など）
- ・ 上下流・校区住民・主体間の交流と分かち合い

流域対策を総合的に実施するためには、ハードな施設整備だけでなく、それを社会に定着させるためのソフト

な仕組みの構築、あるいはこれまでの仕組みの改善と強化が必要である。流出抑制を促進するための方策としては誘導措置と規制措置が必要であり、法律、条例、協定、税制、基金などを利用し、制度構築を図る必要がある。住宅地を対象とした雨水貯留・浸透技術を導入する際には、雨水コーディネーター制度をつくり、専門的な知識をもった雨水コーディネーターを養成し、普及にあたらせることを提言している。

流域治水対策の一つの柱が自主防災である。まずは自らが水害にあわない住宅の工夫や、防災情報の収集に努めるなど、自助能力を高めることが必要である。また防災時の共助の能力を高めるためには、日常的な地域住民の交流が基本であり、自治組織が中心となるべきである。氾濫の危険がある地域には自主防災組織の構築あるいは強化が必要である。それらを実質的に機能させるためには、防災活動拠点の整備、消防団や地域の福祉関係者との連携、地域防災リーダー、防災訓練、行政側からの指導などが必要であることを提言している。

また県管理河川と市管理の河川・下水道とが一体化したハザードマップの作成、車などを避難させることが可能な防災予測システム構築など、適切な防災情報の提供によって自主防災力をなお一層高めることが可能である。

流域治水の基本は自分のところに降った雨によって、他の人が災害に合うことをなくすことである。その基本的な考え方を共有しなければ進展しない。そこで上下流・校区住民・主体間で交流を行い、水害の原因や困っている人たちがいることを知り、流域対策を分かち合う必要がある。交流を進めるのは市民が主体であり、行政も援助する必要性について提言している。

提言6 啓発・教育

- ・ 全ての住民が水に関心をもつ社会の構築
- ・ 広報
- ・ 教育の実施（学校での貯留浸透、流域治水教材の作成、雨水（あまみず）センター・モデル住宅・モデル地区の設置・設定、学校間の流域交流など）

流域治水は全ての住民に係わるため、水に関心をもつ社会を構築する必要がある。そのためには、広報誌、ホームページ、報道機関、シンポジウム、勉強会などを活用し、積極的に広報を行う必要がある。

次世代を支える子供たちへの教育は不可欠である。川遊び・学校での貯留浸透の実施は、直に水の大切さ、水の素晴らしさを体験できるという意味で、もっとも効果的な教育といえる。また流域治水を理解するための教材の作成、雨水貯留の重要性や技術の仕組みを体験できる学習用の雨水（あまみず）センター、戸建て住宅に雨水貯留浸透技術を導入する際に参考にできるモデル住宅、重点的に雨水貯留を行い見学できるモデル地区の設定、上下流、校区間の交流などが考えられる。このような教育によって、地域で活動し、地球環境問題の重大さを考え

る子供たちを育てることができる。

提言6は啓発・教育の重要性とそれを進めるための具体的な提案である。

提言7 研究・技術開発

- ・ 協働による研究・技術開発の実施
- ・ モデル地区の設定と流出抑制対策の定量的評価
- ・ 各種要素技術の開発
- ・ 雨水産業の育成
- ・ 波及効果の把握

流域治水が進まない理由の一つは、効果の定量化が困難なことがあげられる。市民会議には複数の大学関係者がメンバーとして参加しており、行政、企業、市民と連携し、協働で研究・技術開発を進めることが可能である。モデル地区を設定し、協働で観測・解析し、流出抑制効果の定量化を行う必要がある。貯留浸透施設の要素技術の能力の定量的評価も重要である。

また、貯留浸透施設の要素技術開発が必要である。たとえば、デザイン性、耐久性が高く安価な雨水貯留槽、大雨の時だけ貯水する雨水タンク、保水能力を高め、緑化を促進する高機能土壌・舗装材、住宅敷地の流出抑制化技術、利用のしやすさや環境機能を備えた公園貯水技術、森林の保水能力の向上技術などの各種要素技術の開発である。

このような流域治水に係わる技術開発を行い、雨水産業を発展させるために、公募型技術開発制度の設立と各種要素技術の基準化・規格化を進め、福岡の風土性を反映した新しい地域産業の育成を促進することが求められる。

流域治水はヒートアイランド抑制効果、地域の景観向上効果などがある。これらの効果についても定量的に評価する必要がある。

提言7は研究開発に関する提言である。

提言8 樋井川流域から他流域へ

福岡県、福岡市内には洪水に悩まされている地域がたくさんある。私たちの取り組みを成功させ、樋井川流域にとどまらず、福岡市内、福岡県内の他の流域に適用する必要がある。さらにここでの流域治水の概念と手法を、全国、アジア各地の都市水害に悩まされる流域に展開し、地球環境問題の解決に貢献することを目指す。

4. 流出抑制目標に関する本提言の技術的特徴

(1) バックキャスト型の目標設定

近年、政策決定の場面でバックキャストという用語がしばしば聞かれる。この概念は、フォアキャストに対応する概念で、フォアキャストが現状を分析し、トレンド分析などの手法で将来を見通しながら、現状を改善する手法であるのに対し、バックキャストは将来の像を描き、目標像に向かって、現状

をどのように変えればよいかというシナリオを描く手法である。例えば、地球温暖化のために50%のCO₂を削減するときに、現状を改善し積み上げ方式で削減量を出していくのがフォアキャストであり、50%の目標を達成するためには、この分野からはこの程度の削減をしなければならないというようなアプローチがバックキャストである。50%削減というような大きな値はフォアキャストからは出てこないため、バックキャスト手法が注目されている。

この用語は、1976年アメリカの環境運動家アモリー・ロビンスが1973年のオイルショックの後、エネルギーの分野においてソフト・エナジー・パスを提唱し、その時にコアとなった考え方である¹⁾。近年、アメリカでは都市計画、水資源、エネルギーの分野などにも活用されている。

樋井川の提言では、時間雨量100mmを対象に将来の下水道計画が時間雨量59mm対応であることから、40mmの流出抑制すなわち100mm降った時に、流域から40%の雨水流出を抑制することを目標としている。福岡では局所的には時間雨量100mmを超える雨量が観測されているため、将来の温暖化にも備え、目標雨量を時間雨量100mmとし、その目標からバックキャストして、流域のそれぞれの場所で流出抑制し、全体あるいはそれぞれの支流への流出抑制率を40%にするためのシナリオを描くという方法である。

流出抑制率という目標設定は市民にはわかりやすいが、これまでの確率に基づく計画降雨、計画流量を対象とした治水計画とは整合し得おらず、違う観点からの目標設定手法となっている。雨量に対して確率論的な取り扱いはしておらず、過去の履歴に基づく社会的合意形成のもとで値を決めている。社会的合意形成により目標値を決めると、目標が過大あるいは過少にならないのか、流域間の公平性は保てるのかなど、今後さらに議論や考察を深める必要がある。温暖化による外力の増加が予想され、確率論的な処理が困難な時代に入ると予測され、ここでの手法は議論の対象にすべき一手法であると考えている。

(2) 社会技術としての治水技術

治水技術は社会の中に存在する技術であり、制度、行政組織、人の意識などの社会システムと強く関係した技術である。したがって、純粋に技術的な側面だけではなく、社会システム側からの実行可能性の検討と隘路の打開が必要である。

科学技術研究機構の社会技術システムセンターで地域に根差した脱温暖化プロジェクトの領域長の堀尾正嗣は、CO₂削減の技術構想×実現性・速度乗数＝実質削減効果という式を提案している²⁾。社会技術の場合、実現性乗数・速度乗数をどのように見積もるのか、あるいはどのようにしてその乗数の値を上げるのが課題となる。

樋井川では、土地利用別に流域に対する抑制率を上記

の考えに基づき以下の式で求めている。

流域に対する抑制率＝

占有面積（集水面積）×実行可能性×抑制率

なお、個人住宅、集合住宅、道路などは大きな面積を占めるが個々の流出抑制の目標を示せていない。

(3) 治水対策に民間資金が投入される

明治時代になるまでは、建設は普請と呼ばれていた。普請すなわち、あまねく請け負うであり、広く平等に奉仕を行うことである。政府が行う大規模な治水工事は御普請と呼ばれ地普請とは区別されていた。地域の河川・水路工事などは地普請と呼ばれ地域共同体が実施していた。

樋井川流域では各個人が水を貯留浸透し、それに各個人がお金を支払うことを前提としているが、これはいわゆる地普請の復活と見ることができる。自分の家から排出される雨水に対しては自らが処理するという概念である。

個人あるいは企業あるいは団体が、それぞれの資金を使って、流出抑制を進めるためには、現代においては何らかのインセンティブが働く仕組みの構築が必要であると考えている。経済的なメリットでもいいであろうし、心理的なメリットでもいいであろう。前者でいえば、貯水した水を活用することによって水道料金や下水道料金が低減される、あるいは水をある一定以上貯水した場合、マンションの容積率が緩和されるなどの政策が考えられる。後者でいえば、貢献度がわかるような仕組み、ほこりやかっこよさを感じることができる社会の仕組みの構築が重要である。

いずれにせよ民間資金が投入されるようになると、産業化がおこり従来のB/Cとは異なる費用負担考え方が必要になる。

5. 既成市街地を流下する都市河川における流域治水

水の課題と雨水学の提唱

(1) 課題

樋井川のようにすでに都市化が進行している既成市街地では、治水機能を向上させようとする、河川を深く掘削するか、地下放水路などの目に見えない大型の公共事業を実施し、治水対策をすすめるしかないのが現状である。このような手法では、河川は水路と化し、河川が本来持っている環境機能は発揮されず、住民も河川から離れてしまう。河川は地域の財産であり、住環境を向上させる大きなポテンシャルを持っているにもかかわらず、それを十分に発揮できない。

過去の研究³⁾などでも述べられているように、既成市街地こそ流域対策が必要であると考えている。しかしな

がら、これまで十分に普及していないのが現状である。その理由は、関係者が多数で意思がなかなか統一されないこと、調整が煩雑なため全ての土地に対して対策が打っていないこと、河川管理施設以外に河川管理者がなかなか口をはさめないこと、全ての土地利用別に最適な貯留・浸透技術が確立されていないこと、面的な対策に対する効果の評価がなされていないこと、住民に対する運動論が欠けていることなどがあげられる。

これまで貯留槽や浸透ますに対する様々な要素技術開発がおこなわれてきているが⁴⁾、個人住宅での雨水貯留の方法、庭や公園及び森林などの土壌の保水量の向上技術、農地保全とため池の利用技術、都市部では20%を占めると言われている道路に対する流出抑制手法などの要素技術開発は十分とはいえない状況にある。現代的なニーズである資源循環、自然材料、手軽、見える化、おしゃれなどの観点を含んだ要素技術開発が必要である。

(2) 雨水学の提唱

1977年に総合治水対策が提唱されて⁵⁾、30年以上が経過したが、草の根的な貯留浸透が普及し、全国の河川の洪水時の流出量が減っている状況にまでは普及していない。

前書きにも記載したが、雨水の貯留浸透にかかわる分野は土木工学（河川、下水道、道路、都市計画）、建築学、造園学、林学、農業土木工学、法学、経済学などが関係し、分野横断的であり、土木の学問的範疇を超えている。これから地球温暖化を迎え、短時間の雨量強度が増加することが予測されている。既成市街地では、流域対策が普及すれば洪水対策、環境対策ともに有効であることは自明であり、今後この分野の研究を進めていく必要性を強く感じる。各学会と連携して分野横断的な雨水学を構築することを提言したい。

参考文献

- 1) Amory B. Lovins, *Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace*, Penguin Books, 1977.
- 2) 堀尾正毅, 平成21年度社会技術開発, 地域に根差した脱温暖化・環境共生社会, <http://www.ristex.jp/env/03wisdom/pdf/info12.pdf>
- 3) 田中清, 阿比留健司, 太田俊一郎, 岩本賢, 都市型水害の治水と危機管理に関する調査研究, 土木学会第55回年次学術講演会, 434-435, 2000.
- 4) 屋井裕幸, 都市域における雨水貯留浸透技術の動向と今後の課題, 水循環, 5-13, 2010.
- 5) 建設省河川局河川計画課, 総合治水対策小委員会の設置, 雑誌河川, 27-30, 1977.

(2010. 4. 8受付)