

41. 流域における水循環改善の取り組みと環境改善へのアイデア提案

Technological proposal for the improvement of the hydrological system

屋井 裕幸*・廣瀬 護**

Hiroyuki OKUI, Mamoru HIROSE

ABSTRACT: The establishment of program for the soundness of hydrological system has been done actively in each watershed by the administrative side, but it has struck to the big wall, small progress ratio and invisible effect in the stage which keeps executing measures. Especially, the rainwater storage and infiltration facilities are not advanced although it is located, as the important measures for the soundness of hydrological system. It is important to search the solution steadily for the spread of the rainwater storage and infiltration facilities. On the other hand, because of the break through changing conception, also it is important and necessary to think, it is something which proposes technically even from viewpoint to the global environmental problem, under the condition that you construct the environmental technical property of the hydrological system which can be developed internationally.

KEYWORDS: hydrological system, technological proposal, environment, infiltration

1 はじめに

地球温暖化等に伴う地球規模での水循環系に関する諸問題が注目されているが、身近な都市（流）域における水循環系を健全化しようという取り組みが、実河川を対象に平成7年頃より行われてきている。流域を一つの単位として、都市化により変化した自然系及び人工系の水の流れに起因する水問題に関する6つの課題、①洪水制御、②河川平常時流量の確保、③水資源の保全と開発、④生態系の保全と回復、⑤汚濁制御、⑥熱環境の改善に対し、「水循環」というキーワードのもとに関連部局が連携しながら、治水・利水・環境をバランスよく具現化する総合的な施策を展開していこうとするものである。

平成7年度～10年度にかけては、神田川、東川、和泉川、平戸・永谷川、海老川、菩提川のモデル6流域において水循環再生構想が策定された。その後、一部の流域において施策や事業の実施のための行動計画も作成されて推進されつつある。

また、「健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議（平成10年8月）の流れを汲み、平成12年度～13年度には、「水循環系健全化に向けた総合施策検討調査」において、江戸川・中川、小畔川、泉南地域（春木川、津田川、近木川）、糸島地域（梅瑞寺川、桜井川、大原川）をモデル流域として、水循環の実態把握と問題点の抽出、現代社会における水循環の健全性の考え方の整理、健全な水循環系の構築に向けた具体的な総合施策の検討を行っている。その他、現在では鶴見川流域水マスタープラン、新河岸川流域マスタープラン、寝屋川流域水循環系再生構想、真間川流域水循環系再生構想などの策定に向けて各種検討が実施されている。

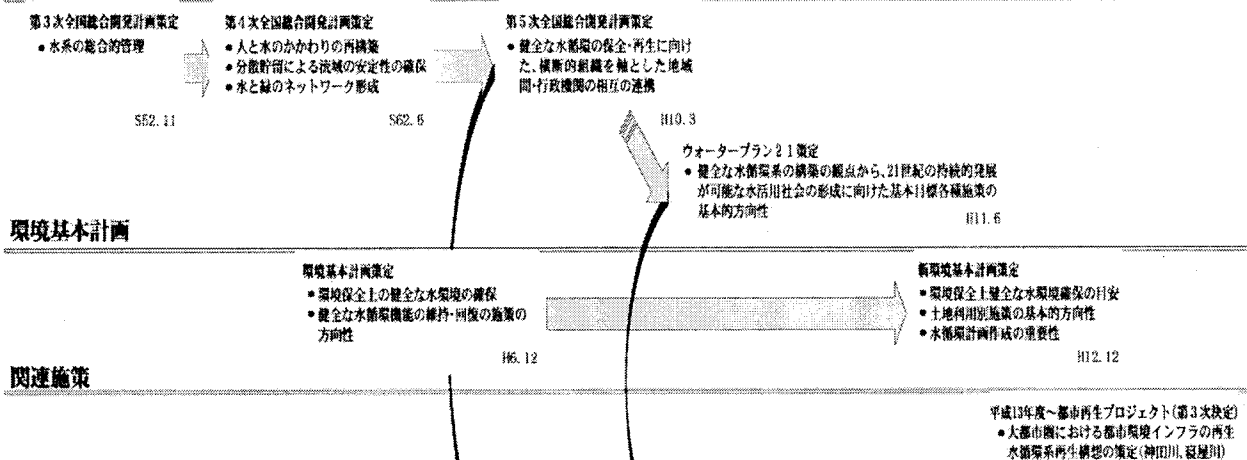
こうした水循環系の健全化に向けたプログラムづくりは、各流域において行政側を中心に盛んに行われてきているが、諸施策を実行していく段階において、小さな進捗率と目に見えない効果という大きな壁にぶつかっている。特に、雨水貯留浸透施設は前述の6つの課題の全てに寄与する重要な方策として位置づけられているものの、普及が思うように進んでいない。雨水貯留浸透施設の普及に向けての課題に対する解決策を地道に探求することは重要である。一方、ブレイクスルーのため発想を変えて考えることも重要と考え、国際的に展開できる水循環の環境技術資産を構築するという地球環境問題への観点からも技術提案を行うものである。

*（社）雨水貯留浸透技術協会 Association for Rainwater Storage and Infiltration Technology, 3-7-1, Kouji-machi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0083

**自然工学設計事務所 Natural Engineering Design Office, Imagama 877, Izumi-shi, Kagoshima, Japan 899-0137

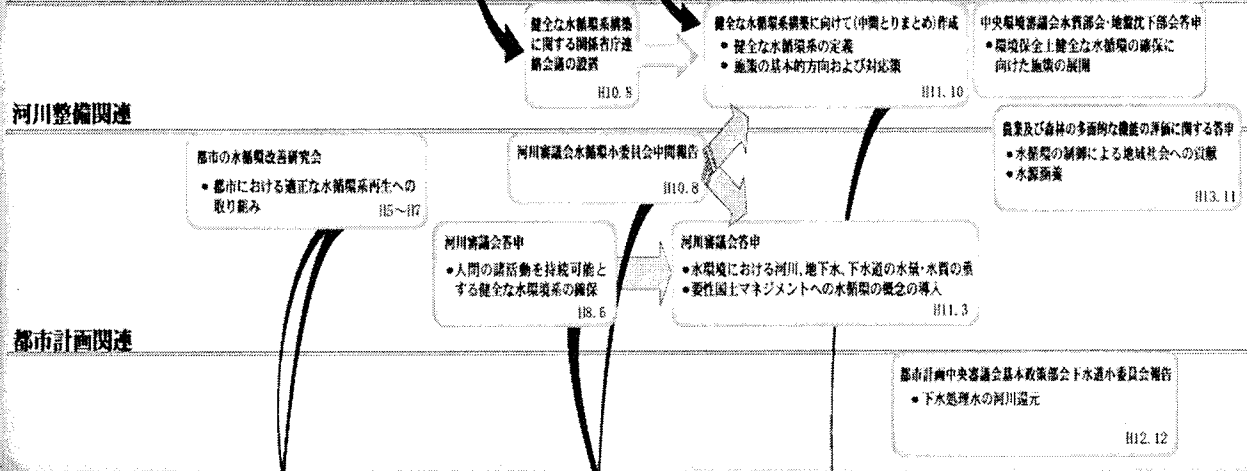
全国総合開発計画

国土計画等における水循環系健全化に関する取り組み



水循環関連

水循環系健全化に向けての行政の取り組み



省庁の取り組み

水循環系健全化に向けての流域レベルにおける取り組み

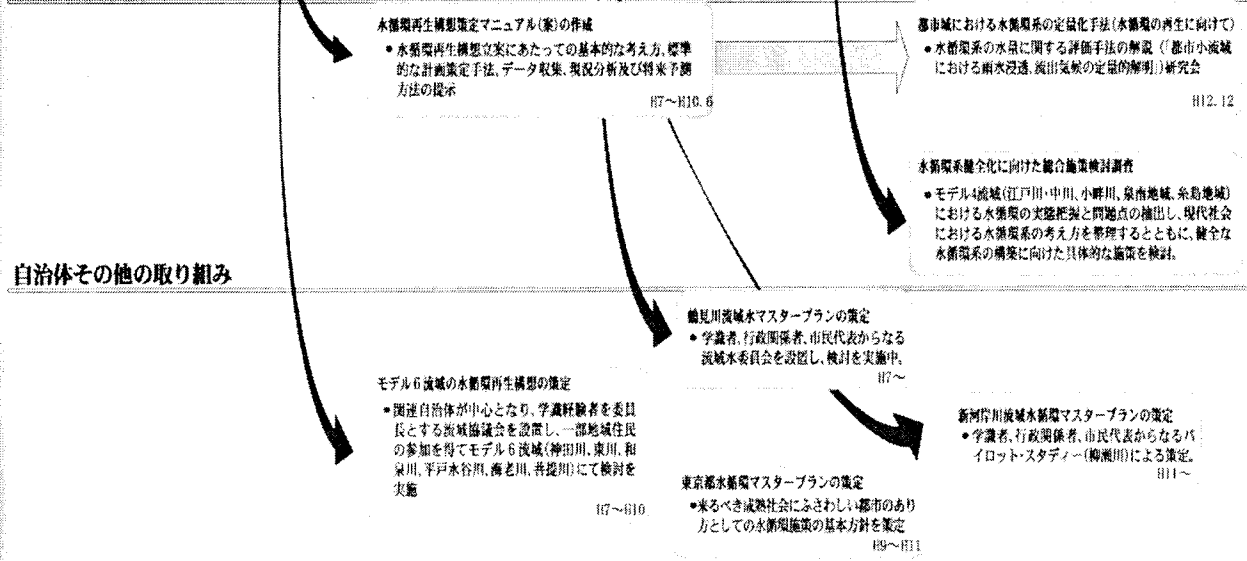


図1 水循環系健全化に関する取り組み

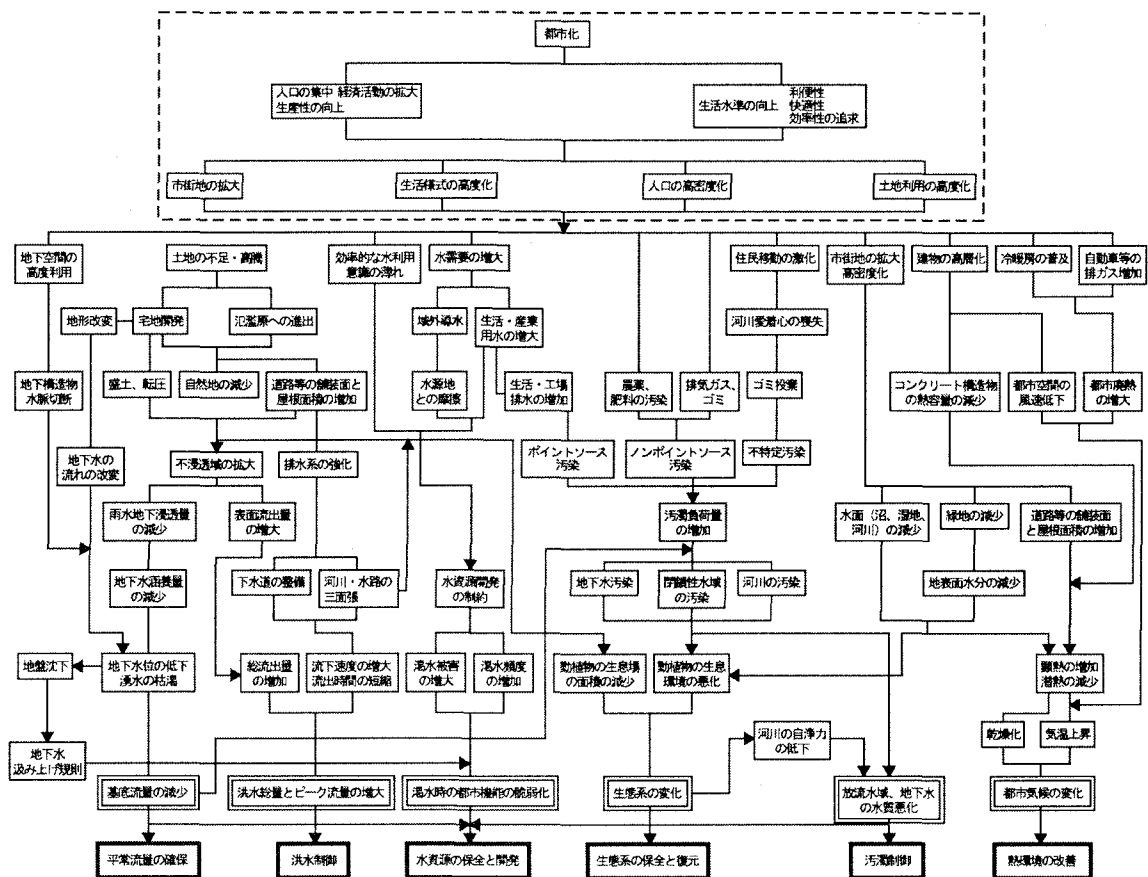


図2 都市化に伴う水循環系の課題

2 雨水貯留浸透施設の普及に向けての課題

多くの流域において、水循環系の再生は雨水貯留浸透施設の普及や緑地保全が大きな鍵となっている。これらの方策の主体は、流域に住む人々である。雨水貯留浸透に関して、積極的な取り組みを行っている塩竈市、墨田区、小金井市および相模原市の事例を表1にまとめた。行政側の後押しと市民との連携が成功した好例である。しかしながら、今後既成市街地における戸建住宅において、全国的に雨水貯留浸透施設を展開していくに当たっては、図3に示す様々な障壁が横たわっている。

これらの障壁に対し、これまで得られた知見を情報発信していくことで解消できるものや、新たな制度や仕組みづくり及び製品開発が必要なものと多岐に渡っているが、まずは一般市民に向けて、雨水貯留浸透施設に対する認知度・理解度を向上させるために、市民側への情報発信と啓発が大きな鍵となる。



図3 戸建住宅における雨水貯留浸透施設の普及障壁

表1 雨水貯留浸透に関する先進的取り組み事例

自治体名	宮城県塩竈市	東京都墨田区
背景・目的	・宅地開発により地下水が枯渇、湧水機能が低下 ・市街化率の上昇により洪水被害が甚大化 ・水害に強いまちづくり推進のため、宅内貯留浸透に取り組む	・都市化の進展により、都市型洪水が発生 ・慢性的な夏期の水不足 ・洪水と渇水を同時に解決するため、日本の都市初の本格的な雨水利用に取り組む
関係者	・建設部下水道事業所	・墨田区環境保全課（村瀬氏） ・住民組織「一言会」 ・「雨水利用事業者の会」
関連制度	・宅内貯留浸透施設設計、施工、管理指針	・雨水利用推進指針 ・雨水利用促進助成金
財源	・市単独予算	・区単独予算
設置基準	・標高4m以上：貯留施設 ・標高4m未満：浸透施設	・地中梁方式（5m³～）：4万円/m³、100万円上限 ・中規模（0.5m³～）：FRP12万円/m³ 高密度ポリエチレン4.5万円/m³、30万円上限 ・小規模（～0.5m³）：タンク設置代の1/2、2.5万円上限
維持管理手法	・施設設置者（市）と土地所有者が管理協定締結 ・施設機能維持は設置者が実施 ・日常的清掃等は土地所有者が実施	・設置者が管理実施
整備実績等	・宅内貯留施設：276件 ・宅内浸透施設：42件 ・公共貯留施設：26施設 ・公共浸透施設：1施設、6路線	・地中梁方式：7件 ・中規模：5件 ・小規模：141件
課題等	・事業者との支援協力体制づくり	・技術者の育成 ・行政、市民、事業者の組織化 ・下水道料金の減免措置
自治体名	東京都小金井市	神奈川県相模原市
背景・目的	・都市化の進展により河川水量が急増 ・雨水の地下浸透率が低下 ・地下水涵養と湧水復活及び河川流出抑制を目的として、雨水浸透に取り組む	・都市化の進展と都市基盤整備の不均衡が河川の氾濫や市街地の浸水等の被害を発生 ・浸水被害の解消と防止を図るため、雨水流出抑制対策を積極的に実施、展開
関係者	建設部下水道課（田中氏）	土木部下水道管理課
関連制度	・雨水浸透施設の技術指導基準 ・雨水浸透施設等設置助成金 ・建築物等指導要綱	・雨水浸透ます設置助成金 ・流域貯留浸透事業補助制度 ・開発行為等指導要綱 ・建築物等指導要綱 ・雨水調整施設設置基準
財源	・市単独予算	・雨水浸透ます：市単独予算 ・学校貯留施設：国庫補助
設置基準	・敷地面積1000m²未満の個人既存宅地（新築・増改築除く） ・助成金：40万円/件を限度	・雨水浸透ます 新築家屋7千円/基（建替含む） 既存家屋1万円/基（増改築含む） ※2基以上4基以内が対象 ・学校貯留施設「流域貯留施設等技術指針（案）」
維持管理手法	・基本的には設置者が管理	・雨水浸透ます：設置者が管理 ・学校貯留施設：施設設置者と土地所有者が管理協定を締結
整備実績等	・設置軒数：8,503軒 ・浸透ます：39,161基（4.6基/軒、設置率37.9%）	・雨水浸透ます：79,500箇所 ・学校貯留施設：34校
課題等	・市民等への啓蒙活動の継続	・考え得る全ての公共公益施設の貯留浸透についての検討

3 発想を変えて

我々は、戦後これまで比較的短期間のうちに個別の治水や水公害対策から水循環系の健全化まで取り組

んできている。このことは、国際的にも水問題に対応することが可能な正負の技術資産が豊富であると考えられる。ここでは、“もし、潤沢な予算を与えられ、水の環境技術立国を目指すべく「国際的に展開できる水循環の環境技術資産を構築すること」という命題を与えられた”と仮定して、各種の技術アイデアを表2および図4～11に示す。

表2 発想を変えて、国際的に展開できる水循環の環境技術資産を構築する技術アイデア

アイデア	目的（引き金）	効果	手法	課題
森林都市	・都市内の緑地の喪失	・ヒートアイランド対策 ・都市緑化 ・景観、保水性向上	・屋上に層林・広暖林 ・塔林 ・緑壁	・トータルコスト ・灌水の確保
国際水道	・国際河川の水紛争の激化	・国際河川の水紛争の解消	・国際水道公社の設立 ・国際水道幹線の設置 ・海洋ダム建設	・国際法（水利権） ・海洋ダムの建設 ・地球規模の水循環系の改変
宙水を造る	・深層地下水位の低下→湧水の枯渇（例：井の頭池） ・乾燥地帯での灌漑→塩害	①国内 ・湧水復活 ・土中生態系の改善 ・干天時の植生への水供給 ②海外 ・アメリカ、中央アジアの塩害対応 ・遮水膜の構造耐力が小（建設費小） ・経済性（灌漑導水等の水移送コストが小）	・宙水膜の設置 ・宙水膜タンクの設置 ・浸透水と水頭による強制注入	・開削工法によらない遮水膜の築造法
アートするシビル	・土木系構造物の景観阻害	・景観美の維持	・浸透施設を“浸透チムニー” ・雨水タンクを“エクステリア水瓶”	・コスト
都市水冷房	・ヒートアイランド ・エネルギーの海外依存→オンサイトエネルギー利用	・地域冷暖房 ・省エネルギー	①暖房：大深度地下の地熱により貯留水を暖め 7℃程度暖房効果 ②冷房：貯留槽の雨水を噴霧し気化熱と雲効果による太陽熱遮断で 15℃の気温低下	・大深度地下貯留槽の建設費コスト削減
都市部遊水池の有効利用	・都市部遊水池の遊休化	・都市部遊水池の有効利用	①フローティングファーム ②船舶ホテル ③競艇場	・景観阻害 ・経済性 ・維持管理（洪水時等）
自然回帰の下水処理	・下水処理（活性汚泥法）の維持管理費および発生汚泥対策費の高騰	・下水処理費の軽減 ・干拓による造陸	・下水の放射気化 ・自然回帰の干潟処理	・有害物質（重金属等）の除去 ・海域の水質維持
人工降雨	・水資源のオフサイト化 ・干ばつの発生（海外）	・水消費地の自前の水資源確保 ・貯水・導水・送水費の削減	・ウォータージェットバルーン（都市域） ・天幕山脈（南アフリカ）	・水循環系の改変→他地域への影響 ・経済性

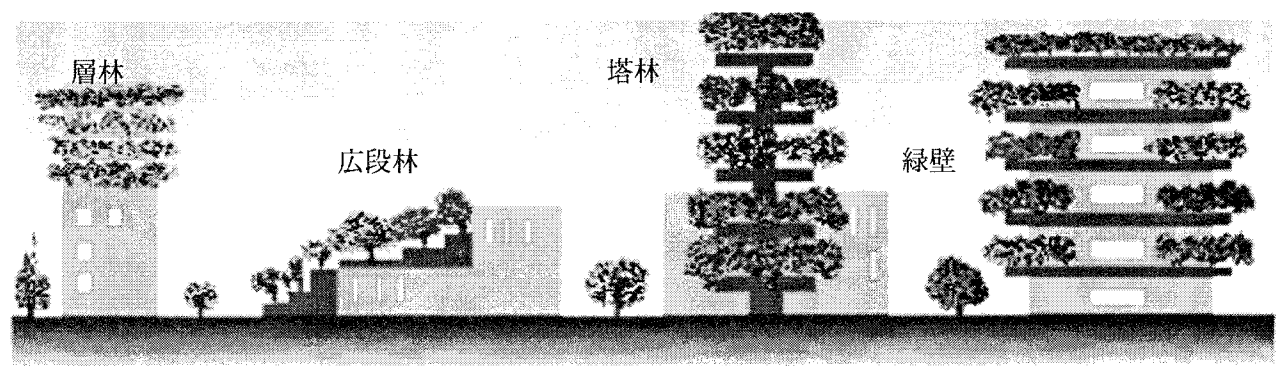


図4 森林都市

“調整池は、湖沼・裸地などの元の自然条件を人工的に代替したものとすると、緑地もその代替が必要です。都市の 40～50％占める屋根面積に適用すれば市街地の環境は変わります。都市は人の集約地域、当然緑も高密度化される必要があります。”

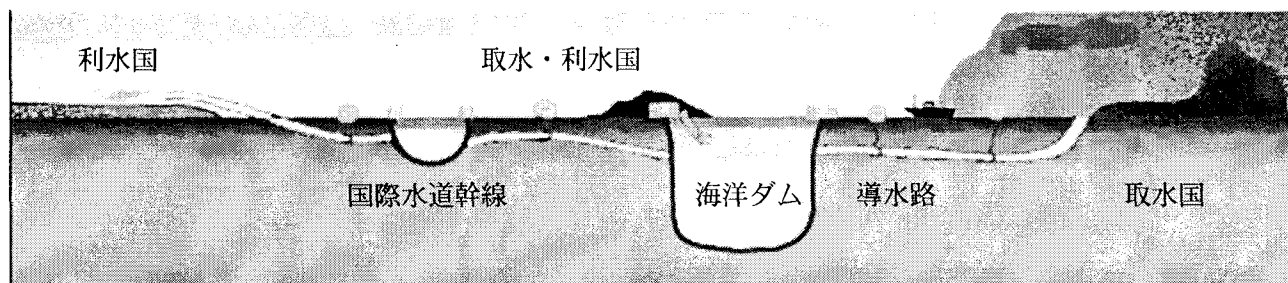


図5 国際水道

“21世紀は水利権による国際紛争と貧富差が拡大すると考えられています。国際河川の上流国でのダムによる利水が、下流国の灌漑水を減らしている例は深刻です。(ユーフラテス河のトルコとシリア等)世界協調・共存の観点から、国際水道公社の設立を提案したいと思います。水紛争の調整・配分・水産業の創出と指導など役割は大と考えます。理念・国際法整備のほか技術的には地球の淡水バランスに関する研究、建設の物理的諸問題、管理システムなどが課題になるでしょう。”

“地球環境悪化の連鎖を逆利用して、火星を人類が住めるように改善するテラフォーミングというプロジェクトがあります。これを参考に地下水位の低い地域(外国ではヒマラヤ山系下の砂漠地や、都市部の揚水により極端に低下した地域)に宙水ダムをつくり土中の環境を改善して、地域全体を段階的に変えていくものです。また、アメリカ・中央アジアの穀倉地帯では地下水による灌漑用水でその絶対量の減少と塩の上昇で15%の減産が報告されています。人の生存に関する表層での有効な水利用として宙水技術を提案します。遮水膜は構造的耐力をほとんど必要とせず簡便ですが、灌漑導水の水移送コストを考えれば有用な技術です。土木系要素では開削工法によらない遮水膜の築造法が課題でしょう。”

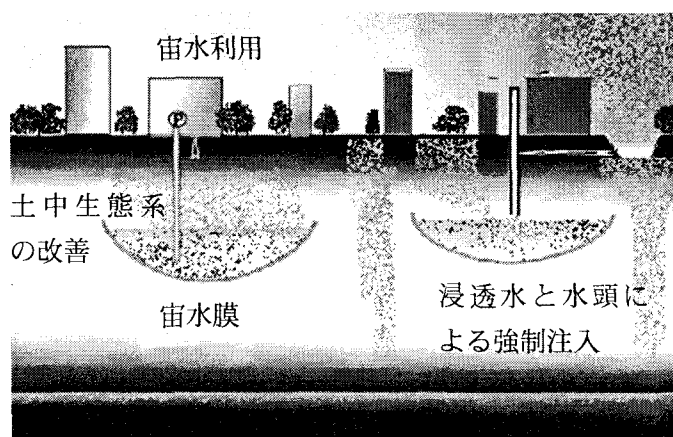
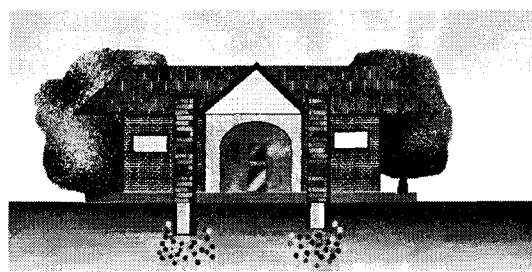
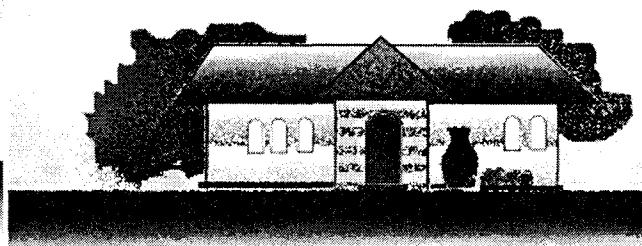


図6 宙水を造る



浸透チムニー



水瓶のある家

図7 アートするシビル

“堅樋と雨水浸透柵に景観の主役になって頂き浸透チムニーの家と一体化した案と、裏庭でできるだけ隠れるように配置される雨水タンクをエクステリヤとして置きたくなるような水瓶とした例です。”

“大深度地下の地熱により、貯留水を暖め7℃程度の暖房効果を目指します。冷房は、噴霧水の気化熱と雲効果による太陽光遮断で15℃の気温低下を期待します。シンプルで自然な地域冷暖房です。”

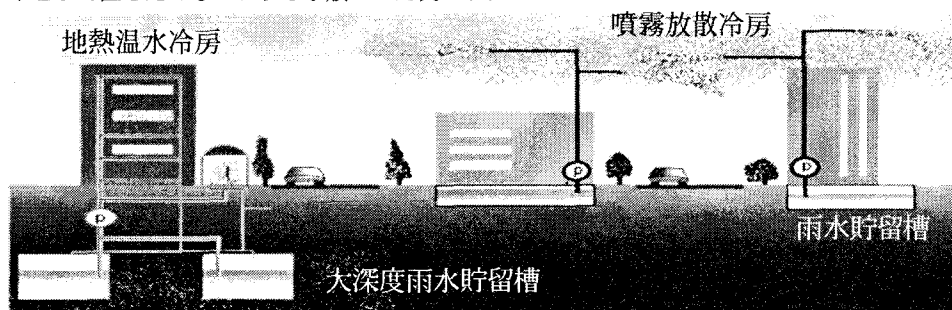


図8 都市水冷房

“近郊に鮮度のよい農産物を供給し、又自然にふれて生活したい都市部の高齢者に適宜な職場を提供できる浮体式農場・廃船を再利用するホテルは都市部の遊水池ならではの利用法だと思います。PFI 事業として検討すると、他に競艇場・浮体式キャンプ訓練場・遊水池一体型マンション建設などが考えられます。”

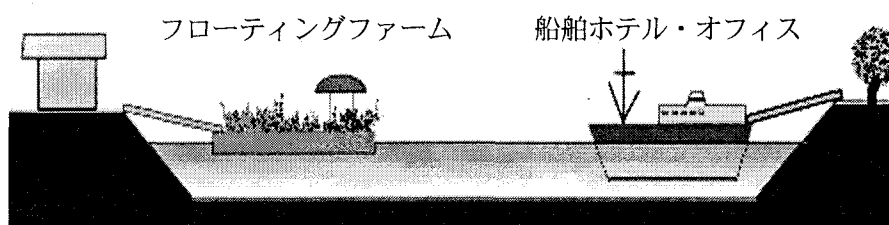
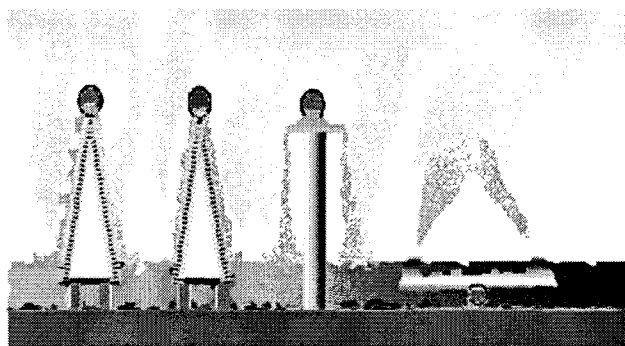
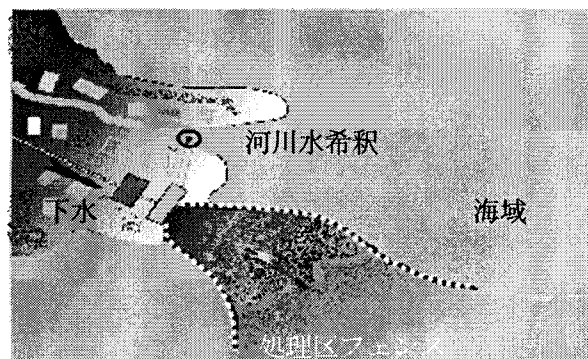


図 9 都市部遊水池の有効利用



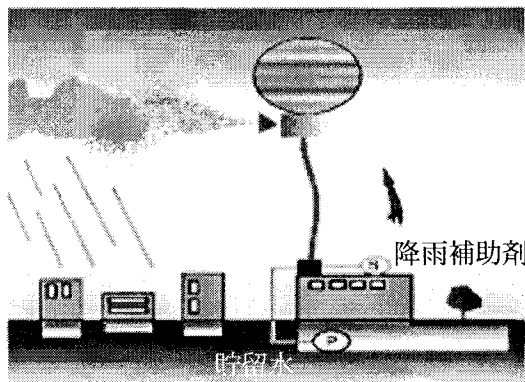
放散型気固液分離



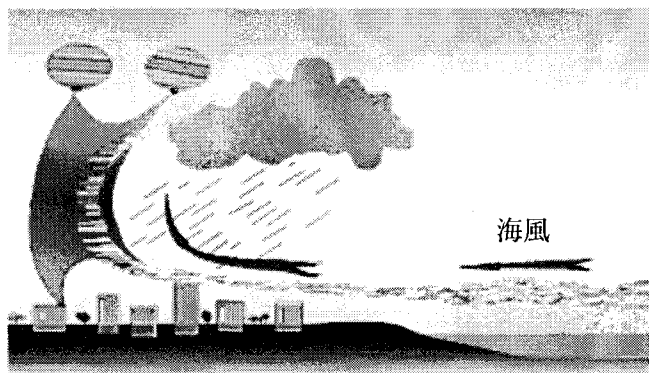
造陸干潟処理

図 10 自然回帰の下水処理

“活性汚泥法による下水処理は運転が複雑で、下水道技術者が育っていない途上国では、建設はされたが機能していない処理場をよく見かけます。塩田の海水濃度をあげていく方法を下水に適用したら 放散気化 → 下水の高濃度化 の単純な繰り返しで固液分離ができます。活性汚泥法との比較は興味深い結果がでるかも知れません。又現在の処理場では発生汚泥量が多く、その処分に高コストの汚泥煉瓦を造ったりしています。自然状態では河川・下水共にその汚泥は干潟として造陸に寄与していたものです。インダス河放流海域に広がる広大な半陸・半海の干潟を見ると、自然回帰の干潟処理に帰るべきだと考えます。現実的には有害物質（重金属等）除去に集中投資して、有機汚濁は河川水で希釈し広大なスケールでの自然処理がこれからの方向ではないでしょうか。”



ウォータジェットバルーン



天幕山脈

図 11 人工降雨

“気球はどの位上げればいいのでしょうか。これまでの人工降雨の技術と地上施設からの援護があれば問題解決につながると思います。南アフリカの海岸部に広がる砂漠地は海からの風と霧が発生しますが雨に至りません。このような条件では天幕による降雨は有効な技術と考えられます。高層ビルにも雲が発生することを考えれば、考えるより産むが易しの技術かも知れません。”

4 おわりに

水循環系の健全化への取り組みは、実施段階において様々の課題に阻まれている。発想を変えることにより新しいビジョンやスキーム作りを通して如何に具体的かつ確実に実行していくかが重要である。発想を考えると面白い水技術提案も出てくるものである。実現性は二の次にして、今回提案したアイデアが地球環境問題に対する議論のための話題提供となれば、また諸兄の前向きなご意見を頂ければ幸いである。