

流域の水循環に関する基礎的研究

研究第二部 次 長 関 克己

研究第二部 主任研究員 岡崎 克美

研究第二部 主任研究員 瀬古 一郎

1. はじめに

近年、潤いと安らぎのある生活、家族とのふれあいのある生活等、単に物質的な豊かさだけでなく、精神的な真の豊かさを実感できる生活が国民全般から強く求められているが、その実現は、身近にふれあえる自然豊かな生活循環の創造によって初めてなされるものであり、そのための河川の環境の果たす役割には大きなものがある。このため、河川については多自然型川づくりや河川の浄化等の推進が、流域においては下水道の整備による水質の改善等の施策が着実に推進されている。

しかしながら、河川の環境の中でも極めて大きな要素である河川の水環境（水量の確保、水質の改善）については、悪臭がしない水質あるいは泳げる水質といった国民の要請する水準には達していないのが現状である。

水環境の改善・要請に対応した目標の達成等が困難である要因としては、様々な理由が上げられるが、ひとつには水環境そのものが水の循環からなること、そしてこの循環は様々な過程からなり、流域における大規模な水の利・活用のシステムとの係わりだけでなく、個人あるいは家庭といった生活あるいはライフスタイルと密接な関係を持つことが上げられる。

本調査は、社会から要請されている水循環に係わる課題に対して、今日的水循環の内容は何かを、流域を一つのまとまりととらえた水循環としてとらえ、総合的な視点から検討するとともに、因果関係を明確にすることを目的として、モデル流域における水循環を、より定量的に把握するための基礎的調査である。なお、水環境は、水量と水質からなるが、まず水量について検討したものである。

2. 水循環上の課題の整理

2.1 水循環に係わる社会的な課題

水循環に係わる項目を平成元年1月～平成4年2月の新聞記事、官庁速報、各種白書、水循環に係わる各省庁のモデル事業等から抽出し、最近の社会的課題として整理した（主要なものを表-1に示す）。これらのうち国民の生活・健康との直接的な関係が見えやすいゴルフ場の開発と絡んだ農業に係わるものが多く出現している他、省資源・省エネルギー、レクリエーション、水質浄化、森林の機能等多方面にわたっている。しかし、これらの課題は、複合的あるいは循環的な課題としてよりも、むしろ部分的な項目が大半を占めている。

一方、課題に対する動きとしては、各省庁によるエネルギー問題等広範な課題との複合的・総合的施策とともに、自治体により清流保全条例等の地域毎の施策あるいは住民による活動が多く見られる。

2.2 水循環に係わる課題

水循環に係わる主な課題を、マクロ的に整理するとともに（表-2）、現象面から場所別に表-3に整理する。

河川における水質の悪化あるいは平常時の水量の減少等は相互に関連した原因が複合的に絡み合っていることが改めて認識される。

流域内における水循環のイメージを理解するため、課題と各種の施策を循環の観点から図-1に示す。また、水循環に係わる課題の因果関係を、河川における水量・水質の観点から図-2に示す。

表－１ 最近注目されている水循環に係わる項目

(順不同)

- ・ゴルフ場の農薬対策（使用規制、禁止、協定、要綱、指針）に係るものが最も多く出現している。ゴルフ場というリゾート開発と農薬の二重問題であることが原因と考えられる。
- ・農薬問題、産業廃棄物問題を契機として、自治体での水道水源保護条例制定の動きが活発となっている。
- ・水道水源保護条例の他、清流保全条例等もあり、自治体を中心とし地域レベルでの動きが見られる。
- ・林野庁、環境庁等が、それぞれの立場から、森林保全・整備を施策化している。
- ・農水省が水田保護の立場から水田の流出抑制機能をアピールしている。
- ・雑用水に再生水を使用可能とするため、建築基準法の緩和措置を行っている。
- ・水道水源の悪化が上水の高度処理といったキーワードの出現に及び、おいしい水に示されているように水道水質の向上、水質基準の見直しへと結びついている。
- ・ダムや湖沼でのレクリエーション利用が出現している一方で、水質改善の必要性が指摘されている。
- ・農業用水や工業用水の余剰水転用が具体的な課題として出ている。
- ・渇水時における都市用水の広域的融通等が既に現実化している。
- ・下水処理水の再利用が多方面で目指され、利用が複雑化してきつつある。またそれに伴い、高度処理が行われようとしている。
- ・下水、下水処理水、河川水の利用として、地域暖房等の新たな利用が登場している。
- ・農業用水路や農業用溜め池でも、河川・ダムと同様に水辺の環境整備が進められつつある。
- ・環境整備に対する要望が高まりを示すものとして、環境事業への起債枠拡大等がある。
- ・流雪、融雪、消雪等積雪対策としての水利用や、渇水対策として積雪利用等利雪、克雪といった方面での事業が進められるようになった。
- ・生活雑排水対策が関係省庁で課題として認識されている。
- ・合併処理浄化槽の普及に関係省庁がそれぞれ取り組みつつある。
- ・農村集落排水事業等下水道類似事業が進みつつある。

表-2 水循環における主な課題と内容

項 目	内 容
主な課題	河川水環境 都市近郊の中小河川において不浸透面の拡大、下水道によるバイパス等で水量が減少している。また、流量の減少に伴い水質が悪化している。一方河道は疎通能力を高めるために単純化され、流量水質の問題と相まって生態系が変化している。
	水道水の水質 近年水道水の安全性に対して疑問が持たれているとともに「おいしい水」へと要求が高まっている。
	地下水位の低下 地下水の過剰揚水、不浸透面の拡大により地下水位が低下した結果、揚水量が減少してきている。
	生活と水循環 都市化に伴う生活雑排水の増大により河川水質の悪化を招いている。また、ライフスタイルの変化に伴い、水使用状況も変化してきている。
	水の再利用 水の再利用は中水道、浄化水等に使われているが、これらからの水循環を構築するうえで重要な要素である。
	水源地域 林業経営の悪化、後継者不足に伴う森林荒廃及び農業、産業廃棄物処理場からの排水による汚染が問題となっている。
調査研究面での課題	水循環の全体像把握 水循環の実態がどうなっており、その中で何がどの程度問題のなのかが十分把握されていない。
	水循環関連施策の整理 水循環に係わる施策は各省庁で実施しているが、それらが水循環の中でどのように関わっているのか、また、施策の相互関係について整理されていない。
	水循環関連施策の総合的評価 水循環に係わる施策は各々の実施箇所において評価はされているが、水循環系（流域）全体の中での評価が明確になっていない。

表-3 現象面での水循環上の課題

場 所	課 題	要 因
河 川	流量の減少	<ul style="list-style-type: none"> 取水量の増加 湧水量の減少 流出形態の変化 下水道によるバイパス
	水質の悪化	<ul style="list-style-type: none"> 流量の減少 自浄作用の低下 排水量の増加 排水水質の悪化 下水道から越流
	生態系の劣化	<ul style="list-style-type: none"> 流量の減少 水質の悪化 河道の変化
水 道	原水水質の悪化	<ul style="list-style-type: none"> 河川水質の悪化
	渇水時の給水制限	<ul style="list-style-type: none"> 河川流量の減少
	生成物質	<ul style="list-style-type: none"> 浄水工程 送水過程
地 下 水	地下水位の低下	<ul style="list-style-type: none"> 不浸透面の増加 地下水の過剰揚水
	地下水汚染	<ul style="list-style-type: none"> 農薬 科学物質
水 源 地	水源涵養林の機能低下	<ul style="list-style-type: none"> 森林荒廃
	土砂流出	<ul style="list-style-type: none"> 山地荒廃
	水質悪化	<ul style="list-style-type: none"> 水源地域の荒廃 貯水池
下 水 道	ファーストフラッシュ	<ul style="list-style-type: none"> 降雨に伴う非特定汚濁源からの流出
	合流式の越流	<ul style="list-style-type: none"> 降雨に伴う非特定汚濁源からの流出

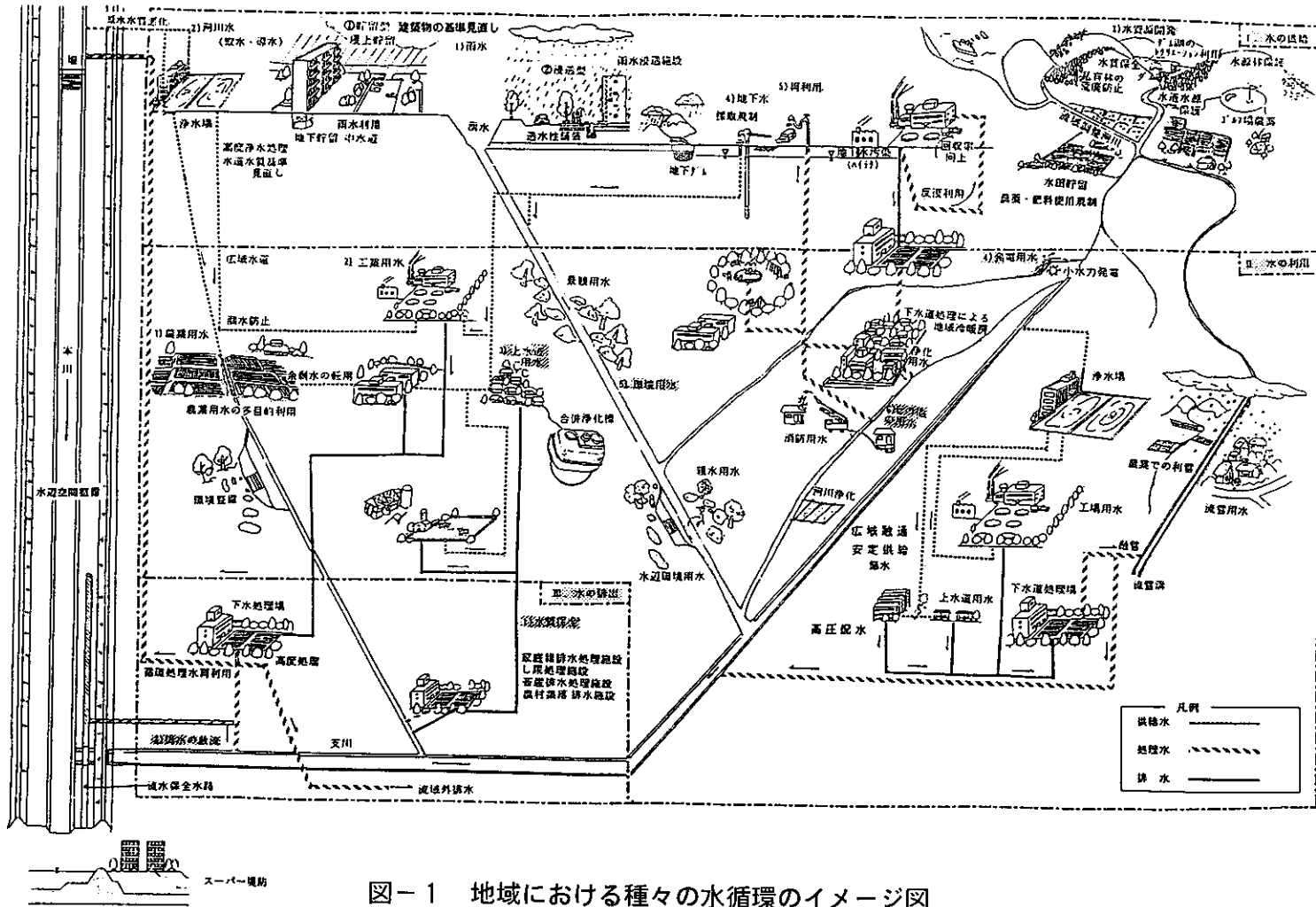


図-1 地域における種々の水循環のイメージ図

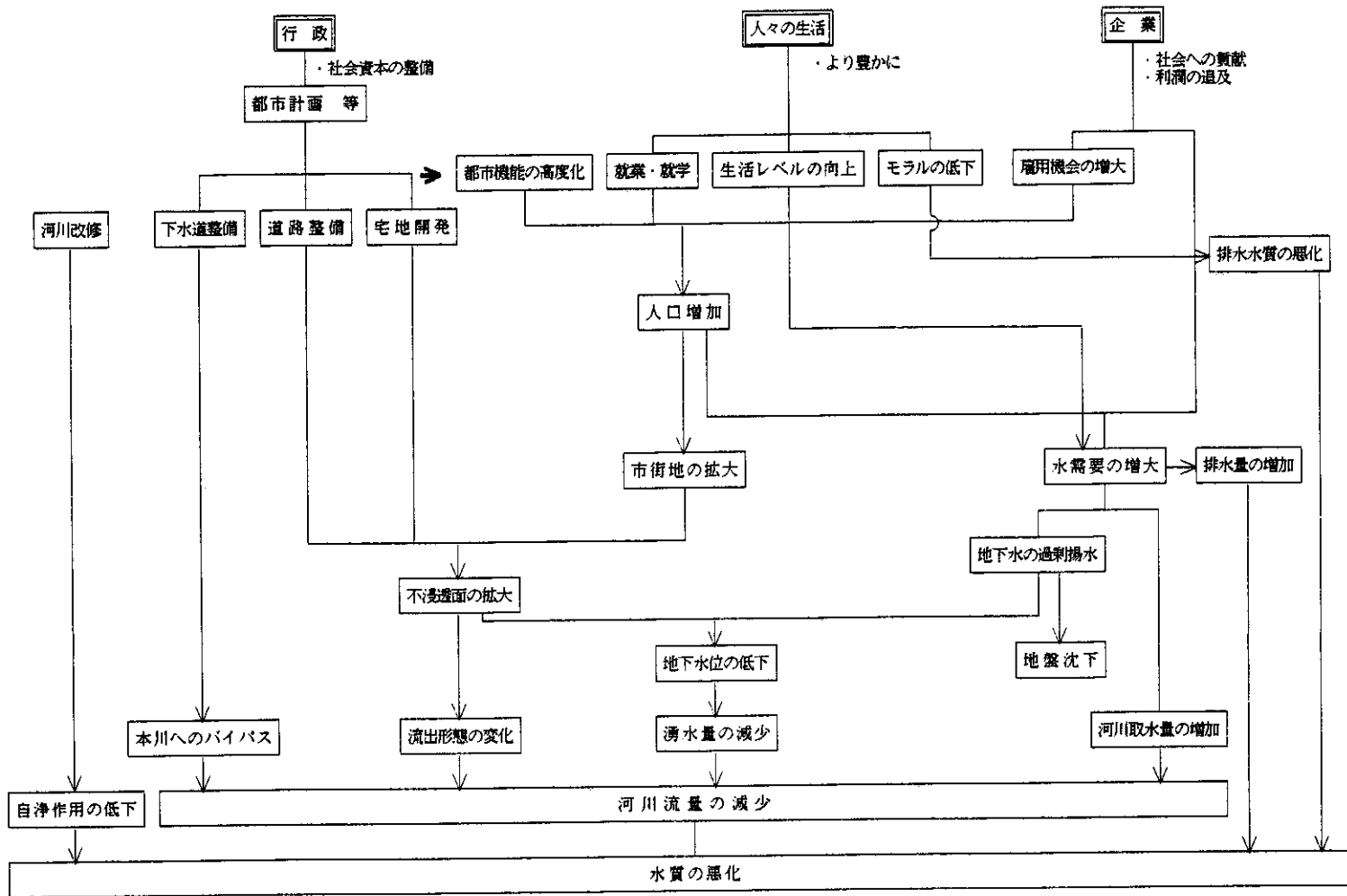


図-2 水循環に係わる課題の因果関係

3. モデル流域における水循環

流域を対象とした水循環の検討を行うため、いわゆる都市化の進展に伴う水循環上の様々な課題が顕在化しており、かつ比較的まとまりのあるA河川の流域をモデルとして設定し、水循環モードを施設、現象、施策等の流れ図として、図-3に示した。

図中の各要素に対して人為的な影響が強い項目としては給水系に関わるもの及び地下水に関わるものがあげられる。また、浸透、再利用に関わる施策も展開されてきてはいるが、流域全体に寄与するまでには至っていない。

河川の流量に着目すると、施策の方向性としては次のようなことがあげられる。

○地下水量の増加

- ・貯留、浸透の促進
- ・地下水揚水量の低減
- ・下水管への滲出量の低減

○下水処理水の放流地点の検討

- ・処理水の放流地点の検討
- ・処理水の高度処理の促進

○取水量の低減

- ・上水道の漏水防止
- ・雨水利用の促進
- ・下水処理水再利用の促進
- ・雑用水再利用の促進

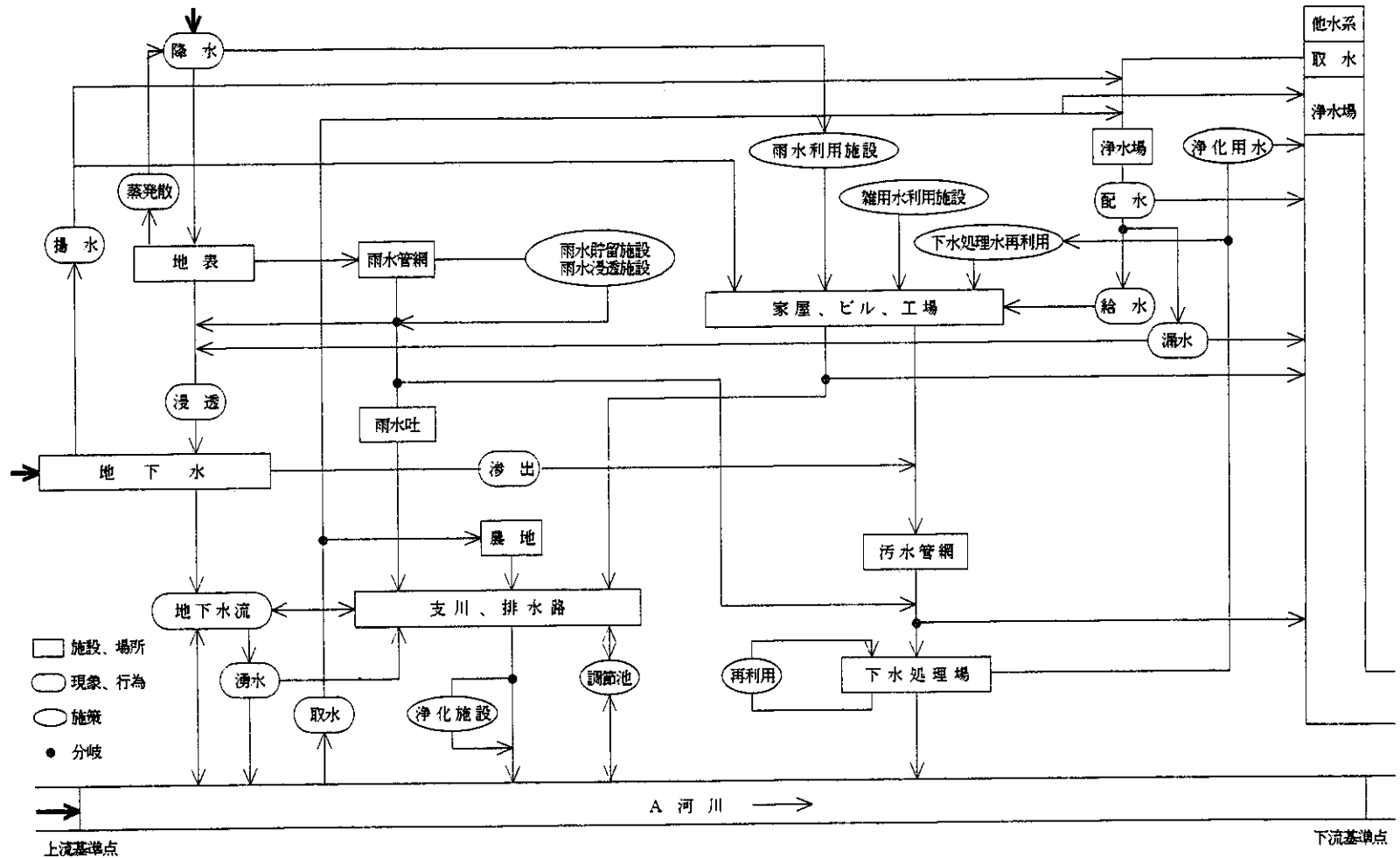


図-3 モデル流域における水循環模式図

4. 水循環における家庭の位置づけ

水循環の詳細を検討するに当たっては、構成要素それぞれの特性についても把握するべきであるが、特に人為的な影響を考慮すると、量的、質的ともに一般家庭の寄与が大きくなってきている。従って一般家庭での水の使用や排水とその処理は水循環系の中で重要な位置を占めているため、今回、家庭を対象としてその位置付けを検討した。

家庭を対象とした給水系は一般に上水道、井戸（地下水）、降水、製品の4系統に区分でき、このうち上水道が中心的である。家庭での生活全般に係わるものとしては、上水道とその補完としての井戸であり、降水は屋根、庭等に降り使用されることなく流出する場合が多い。また、製品としての給水はミネラルウォーター、清涼飲料水、ビール等の飲料が主体であり増加傾向にあるが量としては限られている。

一般家庭における平均的な水の用途（構成比）は以下のように区分される。

炊事・飲用（22%）	風呂（22%）	洗濯（30%）
手洗い・洗面（11%）	トイレ（8%）	掃除（5%）
その他、洗車・散水等（1%）		

出典：WATER REVOLUTION '91 建設省河川局

このように水の使用は多岐にわたっているが、個人々々が水に対する認識を持ち、それぞれの箇所での注意やちょっとした工夫を促すべきと考えられる。

家庭における水循環に係わる様々な工夫について、節水、汚濁負荷の削減、雨水浸透に区分して整理し、表-4に示す。

表-4 家庭内における水循環に係わる工夫

<p><節水の工夫></p>	
○風呂	<ul style="list-style-type: none"> ・残り湯は捨てずに洗濯、洗車、散水等に再利用する ・シャワーの使いすぎに気をつける ・沸かしすぎに注意する ・溢れるほど浴槽の水をはらない ・汚れが目立たない湯はもう一度沸かし直す
○洗濯	<ul style="list-style-type: none"> ・洗濯水と1回目のすすぎ水は風呂の残り湯を使う ・まとめて洗って回数を減らす ・流しっぱなしにせず、ためすすぎする ・洗濯量が少ないときには手で洗う ・排水を捨てずにトイレなどに再利用する
○炊事	<ul style="list-style-type: none"> ・米のとぎ汁は植木等への散水に利用する ・流しっぱなしにせず、ためすすぎする ・食器や調理器具は油分を紙で拭いてから洗う
○洗面	<ul style="list-style-type: none"> ・朝シャンも洗面器等でため洗いをする ・歯磨きの時に流しっぱなしにしない
○トイレ	<ul style="list-style-type: none"> ・残り湯をトイレに再利用する ・ロータンクの中にビン等を入れてタンクの容量を減らす ・フラッシュバルブ式ではバルブを絞って水量を調節する ・洗浄のための水量を調節する
○洗車	<ul style="list-style-type: none"> ・ホースを使わず、バケツに汲んで洗う
○その他	<ul style="list-style-type: none"> ・蛇口に節水こまを取り付ける ・蛇口はこまめに調節する ・水道メーターで使用量をチェックする
<p><汚水排出抑制の工夫></p> <ul style="list-style-type: none"> ・合併処理浄化槽の設置 ・家庭で使用した油を水洗いせずに固める ・廃油を回収して石鹼を製造 ・皿や鍋は紙で拭き取ってから洗う ・汁物や飲み物の残りを流しに流さない ・米のとぎ汁は流さずに肥料として使用する ・流しの出口にネットを取りつけ、残飯等を除去 	
<p><雨水浸透の工夫></p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨水浸透弁の設置 ・雨水浸透トレンチの設置 ・駐車場等を舗装しない ・雨水を庭に滞留させ、下水・雨水管への流入を減らす、遅らす 	

5. おわりに

今回の検討は、水循環の現状をマクロ的に把握したものであり、今後、見えにくくなっている水循環における問題の因果関係をより明確にするため、さらに定量的に踏み込んだ検討が必要である。一方、河川流量の変化という観点から見ると、支川において、水循環の項目を絞った議論をする必要がある。また、水の循環に追随して質の循環についても検討していくことが重要と考えられる。さらにこれらの検討の中から問題点を明確にするとともに、その解決策についても検討し、施策に結びつけていくことが重要と考えられる。