

河川流域における取排水システム等に着眼した水循環の健全化に関する検討

Studies Relating to Making Water Cycles Sound and Healthy with an Eye on Matters such as Intake and Discharge of Water in River Basin

研究第一部 主任研究員 安藤 康伸

研究第一部 部長 森川 一郎

江戸川・中川流域における健全な水循環の再生に向けて、河川及び流域の現状を整理し、水循環系をマクロ的に把握するためにブロック毎の水収支を把握するとともに、主として取排水システムに着目してヒアリング等により問題点、課題の抽出を行った。その結果、土地利用の変化に伴う地下水流出の減少、下水道整備の進展に伴う処理水の占める割合の増大等が確認され、流水保全水路の整備等により全般的には取水水質が改善されているものの、治水、利水のための河川のネットワーク化により、潮汐、治水利水の運用に伴い取水水質が複雑に変動する状況が確認された。

キーワード：江戸川、中川、水循環、取排水、下水処理、上水処理、河川水質

Aiming for the restoration of healthy water cycles for the reaches of the Edo River and Naka River, both in Tokyo, along with ascertaining the water balance on a block by block basis in order to in turn get a firm grasp in a macro manner of the essence of water cycle systems by putting data on the current state of the rivers and their reaches in order, extracting of the problem points and tasks ahead was carried out through activities such as hearings taking note mainly of the intake and discharge of water. As a result, the decrease in discharge of subterranean water accompanying changes in modes of utilization of land and an increase in the proportion that treated water accounts for thanks to the development of sewage improvement works, it was confirmed that although through activities such as improvements to the flowing water conservation channels, the quality of intake water had improved in general, the situations prevailing at those sites, where the quality of intake water fluctuates in a complex manner because of tides and management of flood control and water utilization attributable to the conversion of rivers to networks for the purpose of water control and water utilization, was confirmed.

Keywords: Edo River, Naka River, Water Cycles, Intake and Discharge of Water, Sewage Treatment, Treatment of Water for Consumption, River Water Quality

1. はじめに

我が国における戦後の著しい経済成長は、河川流域における水環境に大きなひずみを発生させ、その結果河川や流域においては低水流況や河川水質の悪化、生物生息域の減少など多くの悪影響を露見させている。

江戸川・中川流域では、この高度経済成長期以降、著しい都市化が進み、今後もさらなる人口の集中、産業の発達が見込まれており、流域内では様々な対策を講じている。しかしながら、これらの対策等では流域内の良好な水環境を達成するには至っておらず、今後の河川水辺環境や生活環境を考える上で健全な水循環の形成が無くてはならない事象となっている。

これらの状況を踏まえ、江戸川・中川流域における健全な水循環の再生に向けての改善施策を行うために、流域全体の水循環系を把握し、主として河川流域への取水と排水のシステムに着目して河川と水辺、土地利用など、幅広い視点で流域の水環境の問題点及び課題を検討したものである。

2. 江戸川・中川の概要

2-1 流域の概要

(1) 江戸川

江戸川は茨城県五霞町・千葉県関宿町で利根川から分かれ、茨城県・千葉県・埼玉県・東京都の境を南下し、東京湾に注ぐ流路延長約60km、流域面積約200km²の一級河川である。左岸には千葉県の市川市、松戸市、野田市、関宿町、右岸には東京都の江戸川区、葛飾区、埼玉県の三郷市、吉川市、松伏町、庄和町、杉戸町、幸手市、茨城県の五霞町をひかえ、首都の洪水防御、生活用水等の水源の安定的な確保、都市に残された貴重なオープンスペースとしての河川空間など重大な使命を担っている。

表-1 江戸川の流域概要

分流域地点	茨城県猿島郡五霞町山王地先
流域面積	200.3km ²
流路延長	江戸川放水路から55km、旧江戸川から60km、利根運河8km
河幅	本川約400m、利根運河約80m
計画高水流量	本川西関宿6,000m ³ /s、利根運河500m ³ /s、本川松戸7,000m ³ /s

(2) 中川・綾瀬川

中川は埼玉県羽生市を水源とし、大落古利根川、元荒川、大場川、綾瀬川などの多くの河川を集めて南下し、高砂で新中川を分派し荒川と平行して、東京都江戸川区で東京湾に注ぐ流路延長約84km、流域面積1,000km²の一級河川である。

綾瀬川は、埼玉県桶川市を水源にする流域面積178km²、流路延長47kmの一級河川で、草加市で古綾瀬川、

都県境の桑袋大橋で伝右川と毛長川をあわせ、葛飾区上平井で中川に合流している。

中川・綾瀬川の流域は、流域一帯の勾配が非常に緩やかな低平地河川という特徴を持っているため、しばしば洪水に見舞われている。また近年、急速に首都圏のベッドタウンとしての開発が進んだことにより、代表的な都市河川として治水や水環境に対する重要性が見直されるようになってきている。

表-2 中川・綾瀬川の流域概要

流域面積	中川 810.7km ²	綾瀬川 178.0km ²	計 988.7km ²
流路延長	中川 81.0km	綾瀬川 47.6km	計 128.6km
河幅	中川 150~250m	綾瀬川 35~50m	
計画高水流量	中川 1,100m ³ /s(吉川)	綾瀬川 190m ³ /s(改修上流端)	

2-2 自然特性

(1) 地形・地質

当該流域は、関東平野の中西部に位置しており、中川流域のある埼玉県東部の平野は東西を台地に挟まれ、その位置によって大きく2つのグループに分けられている。一つは大宮台地や本庄台地など西側に位置するものであり、もう一つは江戸川流域に含まれさらに東に続く宝珠花台地および金杉台地である。

一方低地地形は、中川上流部では「利根川中流低地」と呼ばれ、中川、大落古利根川に沿う低地は「中川低地」と呼ばれている。

このように、流域の地形は台地などに囲まれたお盆のような平たい凹地が段々に連なるように流域全体に分布している点特徴的であり、これらの地形が洪水

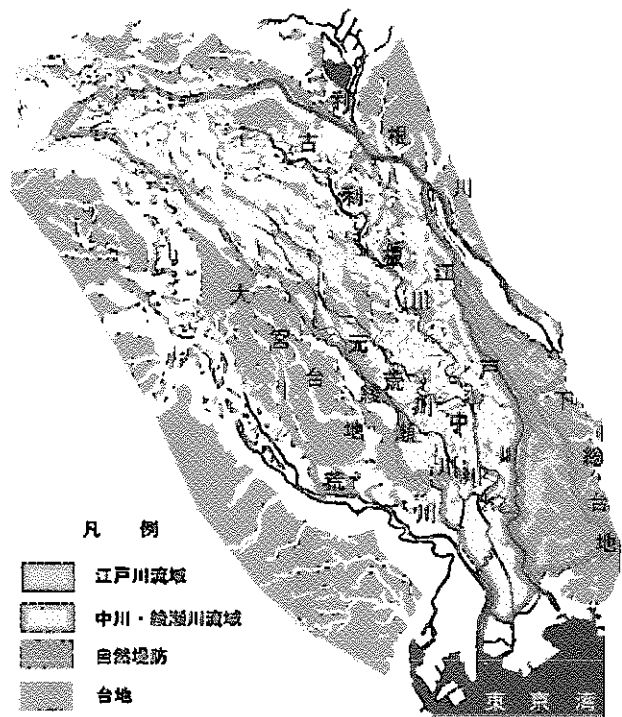


図-1 江戸川・中川・綾瀬川流域地形図

の形態に大きな影響を与えている。

(2) 気象及び水象

流域の気候は太平洋岸気候であり、冬は非常に乾燥した北西の季節風が吹き、夏には南東の季節風が支配的である。

降水量は1,000~1,300mm前後であり、冬季は非常に少なく乾燥しており、梅雨期から台風期に降雨量は多くなる。

2-3 社会特性

(1) 土地利用

江戸川・中川流域では、昭和30年代には市街地はわずかであった。しかしながら、昭和40年代の高度成長期にはいると首都圏の人口集中と産業の発展に伴い、下流部で市街地が著しく増加し、昭和50年から平成2年にかけては中流部を中心にさらに拡大した。その結果、畑地・水田が減少し、市街地面積の拡大による洪水発生危険性が增大するとともに平常時の河川流量の減少ももたらしている。

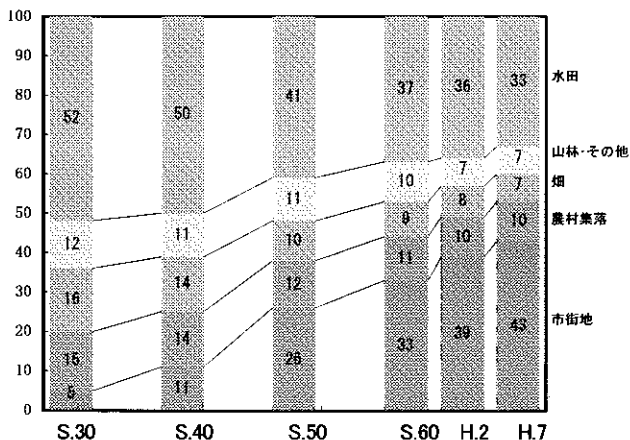


図-2 中川流域土地利用推移図 (%)

(2) 人口

高度成長期の首都圏への人口集中に伴い、江戸川及び中川流域ともに人口の増加が著しい。中川流域では昭和40年の人口が約172万人に対して、平成7年では約323万人と約2倍に人口が増加している。

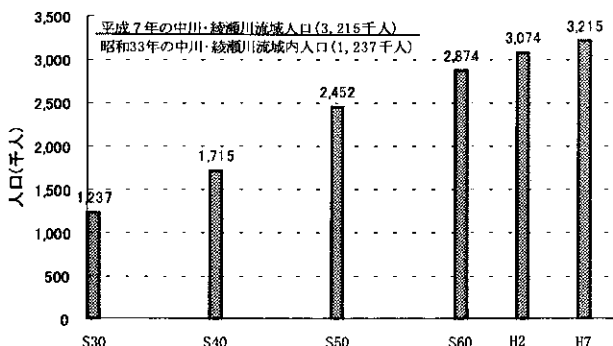


図-3 中川・綾瀬川流域の人口推移

2-4 利水

江戸川流域における水利権を表-3に示す。

江戸川流域では、利水の7割が上水道に利用されており、東京都、千葉県、埼玉県の760万人の飲み水としてきわめて重要な河川である。

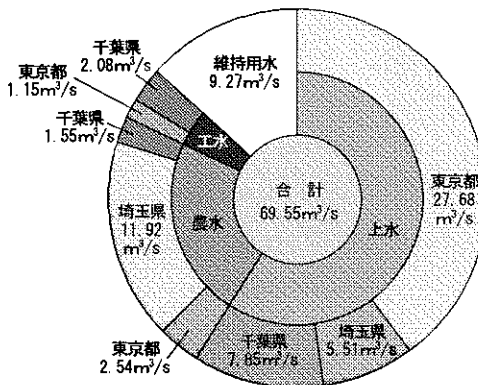


図-4 江戸川の水利用

表-3 江戸川、中川の水利用

河川	利水の種類	上水道	工業用水	農業用水	その他	合計
江戸川	7件 ¹⁾	41.0392m³/s	3.2325m³/s	15.874m³/s	-	60.1457m³/s
中川	2件	6.79m³/s	2.536m³/s	3.534m³/s	雑用水3件	13.923m³/s
綾瀬川	-	-	-	3件 ²⁾	-	0.385m³/s

1) 庄和上水(埼玉県)、野田上水(千葉県)、新三郷上水(埼玉県)、三郷上水(東京都)、北千葉上水(千葉県)、金町上水(東京都)、栗山上水(千葉県)
2) 中川江戸川連絡導水路により、江戸川の流量低下時(5月~9月)に中川から江戸川へ通水

3. 水環境及び水循環に関わる関連計画

江戸川・中川の水環境及び水循環に関わる関連計画を表-4に示す。

これらの中には、西暦2000年までに良好な水環境を改善することを目的として、河川事業、下水道事業、地域住民及び関連機関の取り組みによる水環境改善緊急行動計画(清流ルネッサンス21)も含まれており、これらの事業により確実な水環境改善が図られている。

また、表中以外では自治体及び地域住民の取り組みとして

- ・流域での対策
 - ①雨水貯留浸透施設の設置
 - ②工場排水規制(上乘せ)
 - ③下水道整備区域外での合併浄化槽の設置
 - ④生活雑排水対策
 - ⑤地域住民による生活排水負荷削減
 - ・河川での対策
 - ①浚渫等
- が挙げられる。

4. 水循環に関する実態調査

江戸川・中川流域での水循環における降水量、河川

表-4 江戸川・中川の水環境及び水循環に関わる関連計画

水環境及び水循環に関わる関連計画(事業)		江戸川	中川	綾瀬川
上水道計画		○中川江戸川連絡導水路 (中川⇒江戸川) ○広域的水道整備計画 (埼玉県:81市町村) ○西部圏域広域的水道整備計画 (千葉県:30市町村)		
下水道計画(事業)		○流域下水道 (江戸川左岸流域) ○公共下水道 (松戸市)	○流域下水道 〔古利根川流域 中川流域 荒川左岸北部流域〕 ○公共下水道 羽生市、五霞町、加須市、 〔東京都区部 (中川、小菅、葛西処理区)〕	○流域下水道 〔荒川左岸北部流域 荒川左岸南部流域 中川流域〕 ○公共下水道 〔東京都区部 (中川、小菅処理区)〕
河川に関する計画(事業)	浄化用水導入	○北千葉導水路 (利根川⇒坂川)	○三郷放水路 (江戸川⇒中川)	○綾瀬川放水路 (中川⇒綾瀬川) ○荒川からの導水 〔荒川⇒綾瀬川、伝右川、 毛長川〕
	流水保全水路整備	○江戸川流水保全水路整備 (古ヶ崎～柳原)	-	-
	河川浄化施設	○国土交通省 1施設 (古ヶ崎浄化施設) ○千葉県 4施設 ○松戸市 5施設 ○流山市 1施設	-	○国土交通省 2施設 〔越谷市浄化施設 草加市浄化施設〕 ○埼玉県 4施設 ○上尾市、草加市、足立区 各1施設
	洪水排除 内水排除等	○北千葉導水路 〔内水排除、浄化用水、 都市内用水〕	○三郷放水路 〔洪水排除、水位調節、 内水排除、浄化用水導入、 利水安定〕 ○首都圏外郭放水路 (洪水排除)	○綾瀬川放水路 〔洪水排除、内水排除、 浄化用水〕

流量・水質、生態系、水辺空間利用等について実態調査を実施した。

(1) 降水量及び河川流量

流域における降水量及び河川流量を表-5、図-5に示す。河川流量は平成元年～10年の平均をプロットしたものである。

河川流量は流域の感潮区間が中流部付近まで広がっていることから、江戸川は野田地点の流量、中川は中川本川倉田地点と大落古利根川前波地点、新方川増林地点及び元荒川宮前地点の流量合計、綾瀬川は堰橋地点の流量を河川流量としている。

月別平均流量を見ると、江戸川(野田橋)では、夏期、冬季に濁水が生じやすくなっており、中川(吉川地点)、綾瀬川(堰橋)では、灌漑期には灌漑用水の流下のため流量は多く、非灌漑期では灌漑用水が流下しないことから流量が著しく低下している。この流量の変動は河川水質にも大きく影響している。

表-5 江戸川、中川、綾瀬川流域及び近接の年降水量(mm/年)

雨量観測所	年	平成元年	平成2年	平成3年	平成4年	平成5年	平成6年	平成7年	平成8年	平成9年	平成10年	平均
熊谷		1,431	1,510	1,833	1,440	1,354	1,048	1,198	939	1,190	1,844	1,382
鴻巣		1,523	1,174	1,564	1,061	1,261	990	1,123	913	1,142	1,807	1,256
久喜		1,718	1,339	1,769	1,291	1,381	921	1,162	978	1,244	1,707	1,350
越谷		1,526	1,122	1,743	1,413	1,450	956	1,098	1,040	1,024	1,329	1,270
浦和		1,523	1,192	1,910	1,381	1,573	973	1,254	1,085	1,092	1,815	1,380
東京		1,936	1,512	2,042	1,621	1,872	1,131	1,220	1,333	1,301	1,511	1,548
船橋		1,871	1,281	2,042	1,497	1,454	1,001	1,150	1,006	992	973	1,327
平均		1,647	1,308	1,843	1,386	1,478	1,003	1,172	1,042	1,141	1,569	1,359

(出典:アメダスデータ(気象庁))

(2) 河川水質

図-6, 7に江戸川のBOD及びアンモニア性窒素の水質縦断変化を示す。

図に示すように、近年では江戸川におけるBOD及びアンモニア性窒素は下水道整備や清流ルネッサンス21事業の進捗に伴い改善傾向にある

図-8, 9, 10に中川における BOD 及びアンモニア性窒素の経時変化、縦断変化を示す。

BOD 及びアンモニア性窒素は流量の減少する非灌

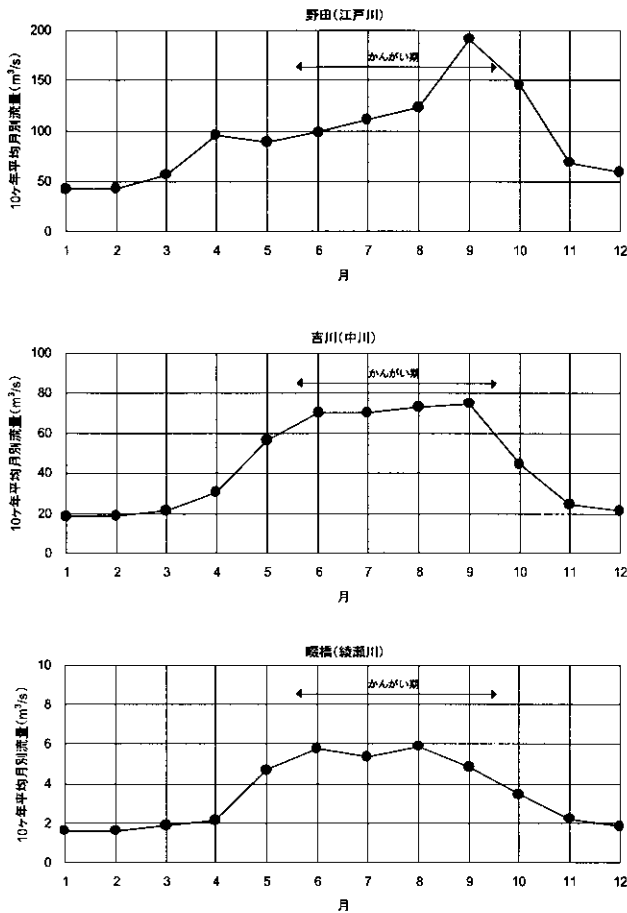


図-5 月別流量(平成元年~10年の10ヶ年平均値)

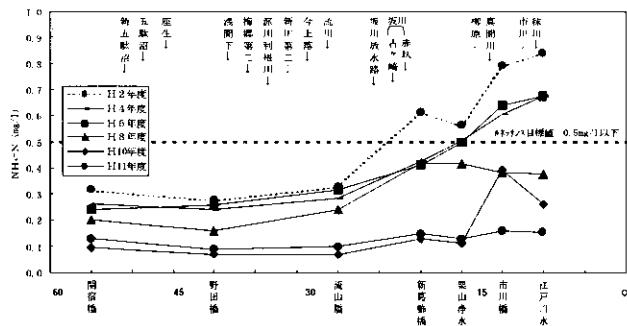


図-7 江戸川の NH4-N(平均値)の縦断変化

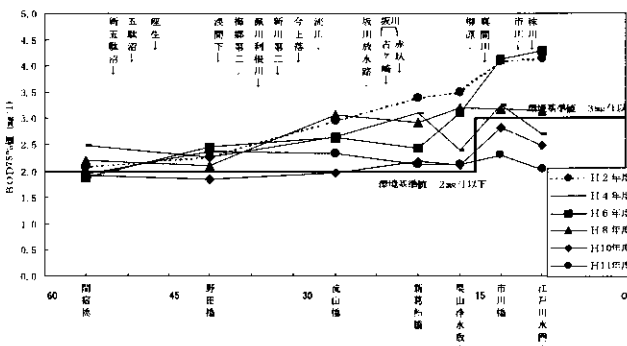
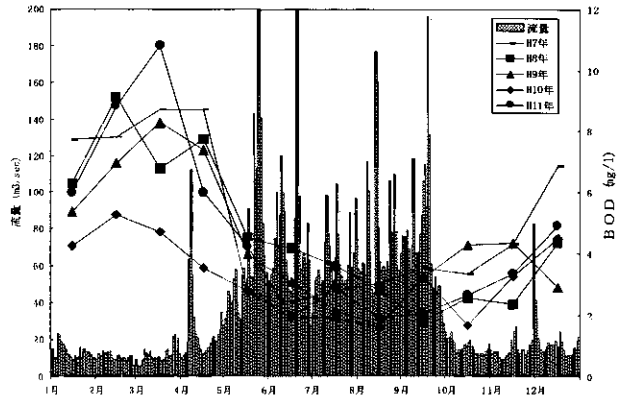


図-6 江戸川の BOD(75%値)の縦断変化

BOD



アンモニア性窒素

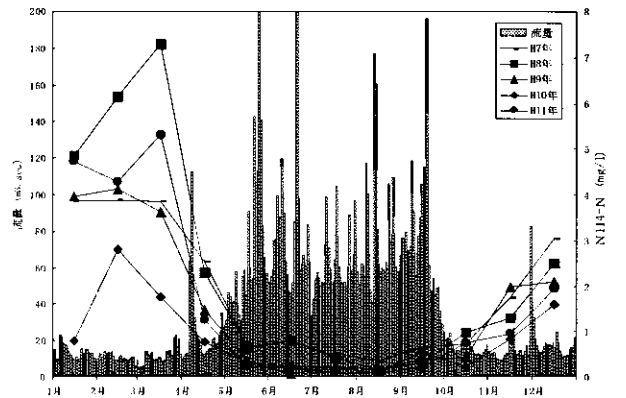
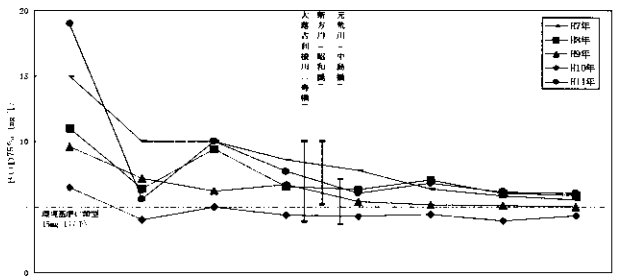


図-8 中川八条橋における水質の経時変化



*大落占利根川(寿橋)、新方川(昭和橋)、元荒川(中島橋)は平成7年~11年のBOD(平均値)の範囲を示す。

図-9 中川の水質縦断変化

澁期に高い値となっており、流量が多い灌漑期には低い値となるような年間を通じた変化が見られる。また、河川縦断方向の BOD の変化を見ると、中川上流部で高い値となっており、感潮域の下流部にかけて低下する傾向となっている。

このような状況で汚濁が低減する事は、水量の増加による希釈効果によるものと考えられる。

図-10, 11に綾瀬川における BOD及びアンモニア性窒素の経時変化と綾瀬川本川と流入支川の水質の経時変化を示す。

綾瀬川も中川と同様に流量の多い灌漑期は河川水の汚濁は少ないが、流量の少ない非灌漑期には水質が悪化している。

表-6 ブロック分割の視点

流域名	分割の視点
江戸川	<ul style="list-style-type: none"> ・ 順流区間と湛水区間の境界地点であり、流量、水質が把握できる流山付近で「上流」と「中流」に分割した。ただし流量については江戸川水閘門湛水区間の影響を受けるため、野田地点をもとに算定した。 ・ 淡水区間と感潮区間の境界であり、(放)流量・水質が把握できる江戸川水閘門地点で「中流」と「下流」に分割した。
中川	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上流区間は中川本川の他に大落古利根川、新方川および元荒川という支川で構成され、これらはほぼ同一地点で中川本川に合流することから、これらの支川を分割した。 ・ 中川本川については、維持流量検討地点である吉川地点で分割した。 ・ 本川上流は、中川流域下水道処理区域であるか否かによって「上流」と「中流合流前」に分割した。 ・ 大落古利根川は、中川流域下水道処理区域であるか否かによって「上流」と「下流」に分割した。 ・ 新方川は流域全体が中川流域下水道処理区域に含まれるため、単一のブロックとした。 ・ 元荒川は、中川流域下水道処理区域であるか否かによって「上流」と「下流」に分割した。 ・ 主要支川の合流地点下流の中川本川において、中川流域下水道の処理水放流地点下流であり、大場川などの支川が合流する都県境地点で「中流合流後」と「下流」に分割した。
綾瀬川	<ul style="list-style-type: none"> ・ 維持流量検討地点であり、流量・水質が把握できる吸橋地点で「上流」と「中流」に分割した。 ・ 直轄管理区間下流端であり、水質が把握できる内匠橋(都県境)で「中流」と「下流」に分割した。

また、ブロック毎の水収支の検討結果を図-13に示す。

(1) 江戸川

江戸川流域については、上工水による取水が多いのが特徴である。そのため、利根川から分水された流量よりも下流域では流出量が減少している。将来は、下水処理水の河川流入量が大幅に増大する。

(2) 中川

中川流域では期別の流量の変動が大きく、非灌漑期では非常に河川流量が減少している。これは上流域に広がる農地での、農業用水の利用方法が河川流量に与える影響が大きいことと考えられる。将来、生活系での排水量は半減するが下水処理水は増加傾向にあることが判る。

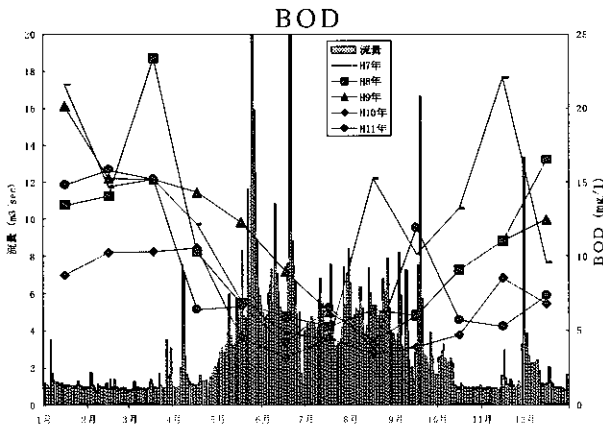
(3) 綾瀬川

綾瀬川流域では下水処理水流入地点を持たないことから、将来にかけて排水量は一様に減少する。また、上工水の取水が増加する一方、農地の減少によって農業用水の取水は減少している。農地の減少によって表面流出も減少し、流域内の流況は将来悪化することとなる。非灌漑期は荒川からの導水によって若干軽減されるものの、下水処理水の再利用方法について課題が残されている。

6. 水循環健全化に向けた問題点、課題点の抽出

江戸川、中川、綾瀬川における水循環の現状の検討結果より、水循環健全化に向けて考えられる問題点、課題点を流量、利水、生物の観点からとりまとめると表-7の通りとなる。

表中に示すように、江戸川、中川、綾瀬川には種々



アンモニア性窒素

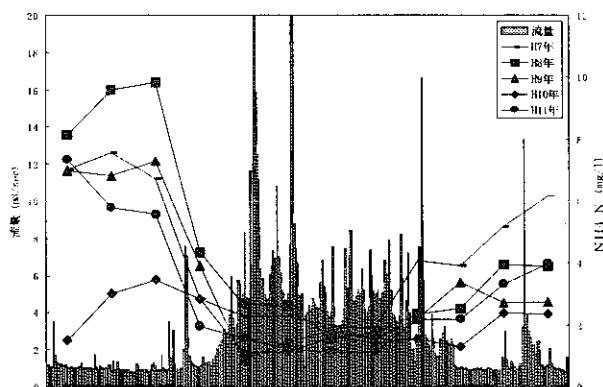
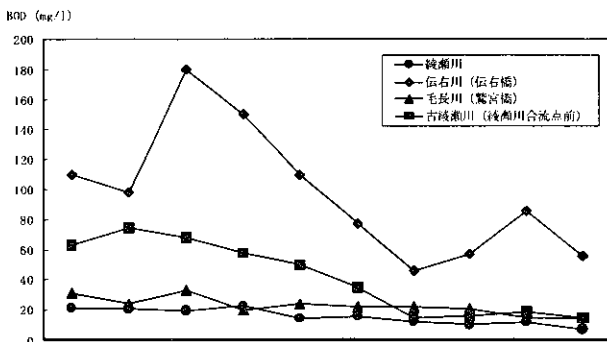


図-10 綾瀬川内匠橋における水質の経時変化



注) 綾瀬川本川の値は直轄区間地点(梶戸橋、手代橋、内匠橋)の平均値で
図-11 本川及び流入支川の水質(BOD75%値)の経時変化

また、本川の水質と比較すると流入支川の河川水は汚濁程度が高く、これが綾瀬川の汚濁の原因になっているものと考えられる。

5. 水循環系の評価検討

江戸川、中川流域を流域の特性、取水・排水を考慮したブロック分けを行うことにより、水循環系をモデル的に把握し、流況、河川水質等について評価を行った。ブロックは表-6に示す視点で分割し、図-12にブロック分割を示す。

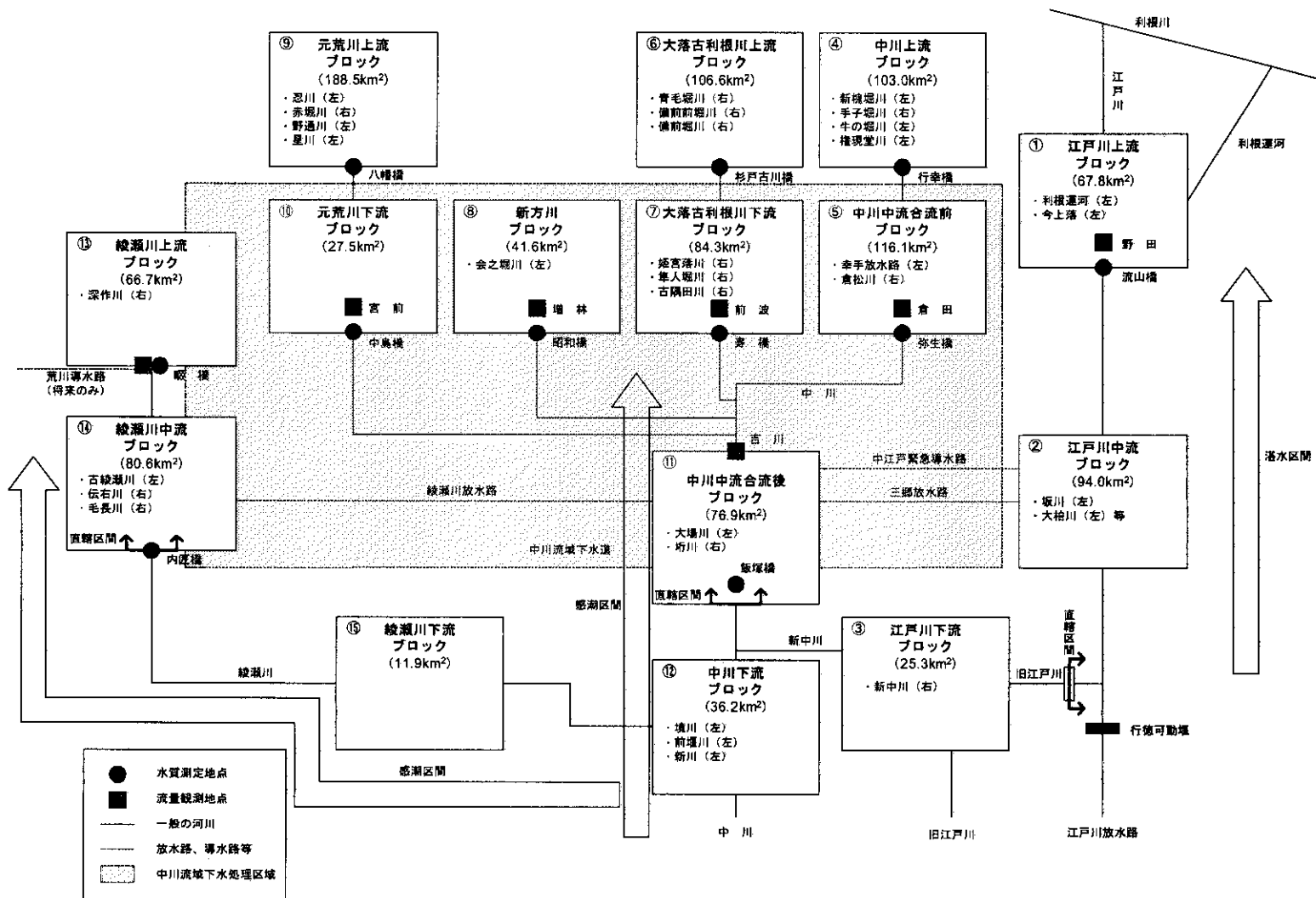
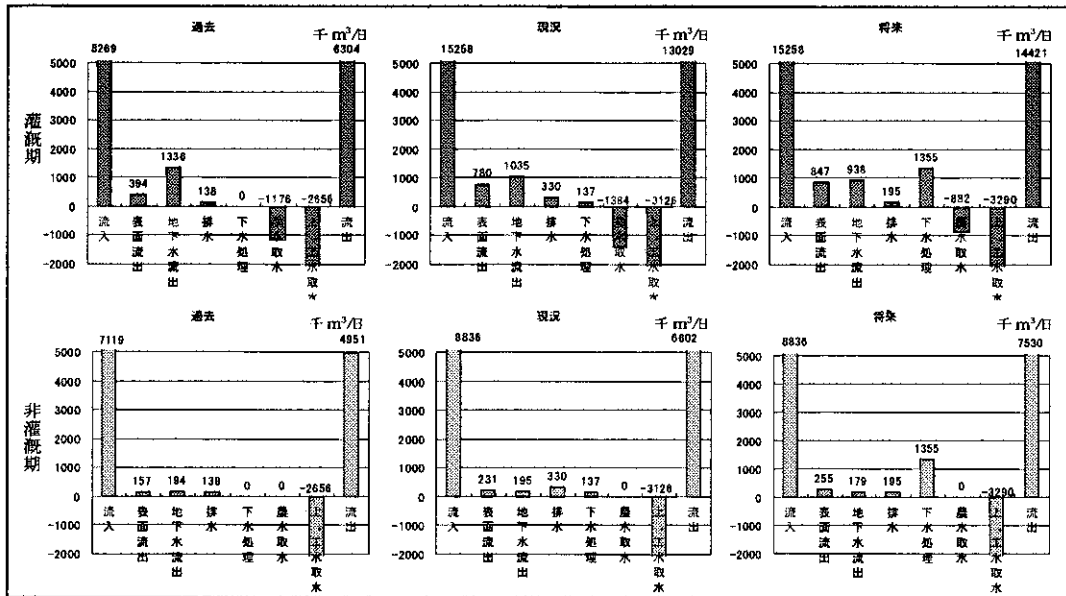
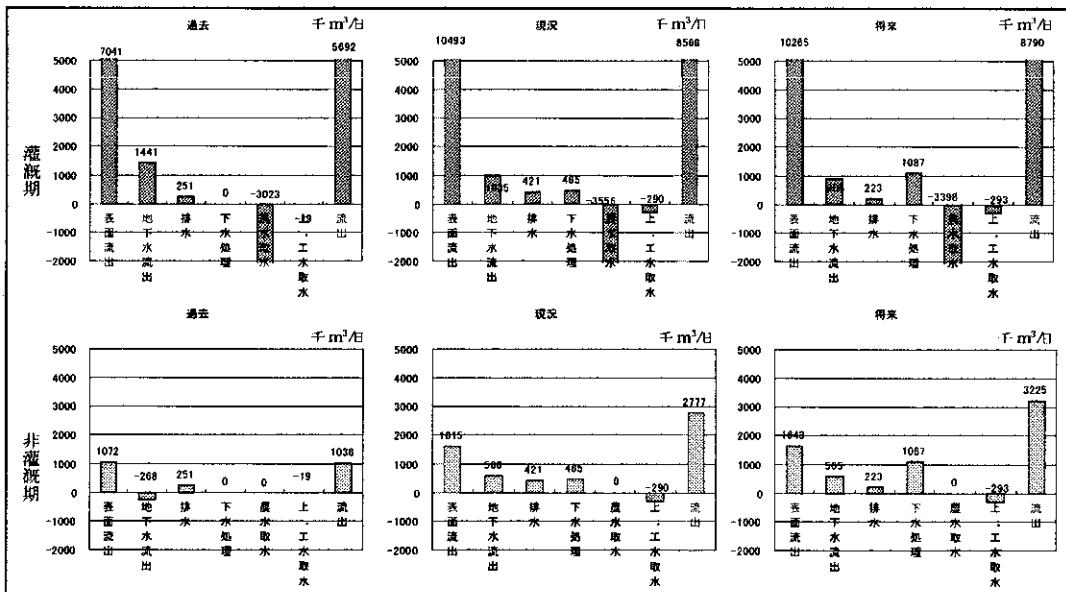


図-12 流域内ブロック分割図

<江戸川流域>



<中川流域>



<綾瀬川流域>

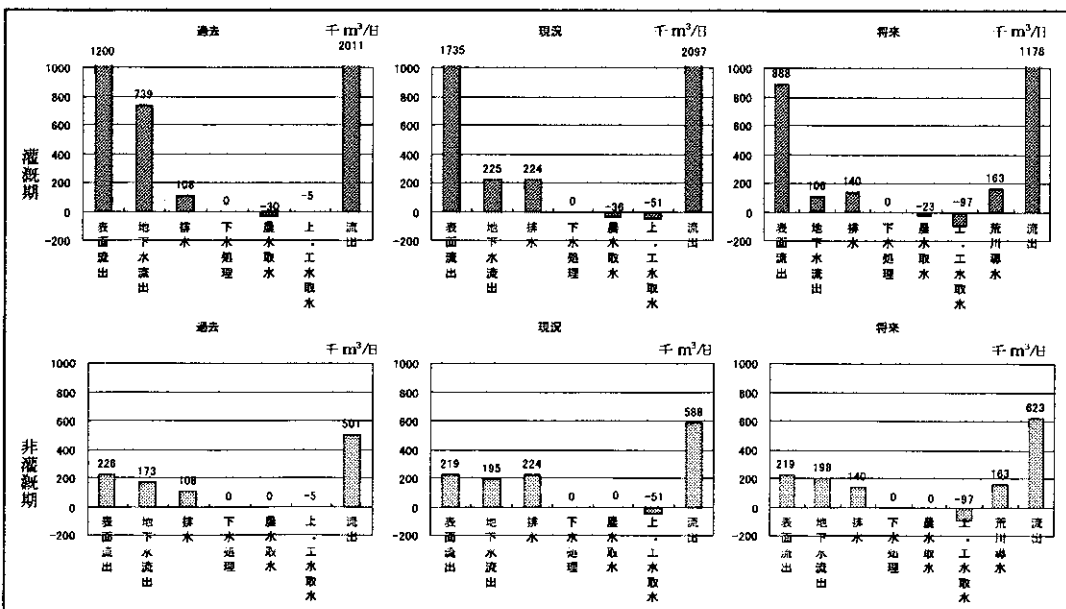


図-13 各流域における水収支

の課題が存在している。これらの中から、取排水系等に起因する問題点としては、以下の通りとなる。

①流入河川からの影響

降雨時に排水機場が稼働すると濁度、有機物及びアンモニア性窒素が急激に上昇する。浄水場では活性炭注入や塩素処理によって対応しているが、濁度の時間変動が大きいことから、その適切な対応、処理が困難な場合がある。

②中川江戸川緊急導水路の運転時の水質変動

中川江戸川緊急導水路の運転時には、中川で潮汐により遡上した下水処理放流水が江戸川に流入する。この結果、浄水場での処理水ではアンモニア性窒素、有機物が急激に高濃度となり、その適切な対応、処理が困難となっている。

7. おわりに

本報告は、平成10年8月に設置された「健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議（環境庁、国土庁、厚生省、農水省、通産省、建設省）」でとりまとめられた、「健全な水循環系構築に向けて(中間とりまとめ)平成11年10月」を踏まえ、健全な水循環系の構築に向けた具体的な総合制作を検討することを目的と

し、関係省庁での問題点等を取りまとめたものである。今回の報告では、流域における問題点、課題を抽出したものであるが、平成13年度には、問題点に対する具体的な対策を検討することとなっている。

本報告書を取りまとめるに当たり、国土交通省(旧建設省)江戸川工事事務所ならびに(株)日水コン渡辺氏にご協力をいただき、ここに深く謝意を表します。

<参考文献>

- 1) (財)リバーフロント整備センター：平成11～12年度 江戸川管内水循環改善計画検討業務報告書(平成13年3月)
- 2) (株)環境調査技術研究：平成12年度 綾瀬川清流ルネッサンス検討業務報告書(平成12年3月)
- 3) (株)日水コン：平成12年度 江戸川中流部水辺環境計画検討業務報告書(平成13年3月)
- 4) 埼玉県、千葉県、東京都 下水道課資料(処理場年報、水質試験年報、維持管理年報等)
- 5) 平成11年度 江戸川水辺環境調査業務報告書(平成12年3月)
- 6) 江戸川工事事務所パンフレット

表-7 水循環健全化に向けて考えられる問題点及び課題点

問題点、課題点	問題となる河川、地域、場所	考えられる原因	備考	
A 流量	A.1 平常時流量の減少、枯渇化	・江戸川、中川、綾瀬川 ・特に江戸川左岸流域、中川中流部流域の流入支川等	・市街化にともなう浸透エリアの減少 ・下水道整備に伴う人為排水の減少	・雨水浸透貯留施設の整備
	A.2 非灌漑期の流量の減少、枯渇化	・中川、綾瀬川の上、中流部 ・特に農業用水路等	・非灌漑期における灌漑用水の通水停止	・冬期試験通水を実施中
B 水質	利水、河川利用、生物の生息環境等からみた水質の汚濁	B.1 江戸川 平常時は利水上問題は少なくなっているが、降雨時等に急激な水質変化があり、浄水処理に影響を与えている。	・流入支川等からの降雨時流入 ・利根川、中川からの導水	・流域での負荷削減 〔下水道整備、 流水保全水路〕
		B.2 中川の上中流部 ・環境基準値(BOD)を上回っている。(特に流量の減少する非灌漑期が汚濁している) ・灌漑期にSS濃度が高い傾向にあり、親水利用、農用上問題がある。	・人為排水の流入 ・農業用水の落水?	下水道整備の推進
		B.3 綾瀬川中流部 ・環境基準値(BOD)を上回っている。(特に流量の減少する非灌漑期が汚濁している。) ・DOが低い値であり、水生生物の生息環境としては好ましい状態ではない。	・人為排水及び工場排水の流入	下水道整備の推進 工場排水対策
C 生物	汚れた水域に生息する水生生物(魚類)が多い。	・中川、綾瀬川 ・有機性の汚濁 ・綾瀬川においてはDOが低濃度である。	下水道整備の推進 工場排水対策	
D 利水	D.1 降雨時にカビ臭、アンモニア性窒素等の濃度上昇(適切な処理が難しい場合がある。)	庄和浄水場を除く浄水場	・降雨時の流入支川等からの排水の流入(特に排水機場稼働時)	
	D.2 藻類の増殖によるpHの上昇(凝集性の悪化)	全ての浄水場	・利根川の上流の閉鎖性水域の富栄養化 ・江戸川下流部の湛水	
	D.3 他河川からの導水時のアンモニア性窒素等の濃度上昇(適切な処理が難しい場合がある。)	(1)中江戸緊急導水路 新三郷浄水場、三郷浄水場 (2)三郷放水路 金町浄水場 (3)北千葉導水路 古ヶ崎浄水場	・導水元(中川)の水質値が高い(排水の影響) ・坂川放水路内の水質が影響	・取水、排水地点の検討 ・導水方法の改善