

「環境保全上健全な水循環のあり方」 に関する検討チーム報告書

平成12年6月

中央環境審議会企画政策部会

「環境保全上健全な水循環のあり方」に関する検討チーム

「環境保全上健全な水循環のあり方」に関する

検討チーム

主 査： 村岡 浩爾
委 員： 木原 啓吉
小早川 光郎
佐竹 五六
谷田部 雅嗣
協力委員： 高橋 裕 (地盤沈下部会)
須藤 隆一 (水質部会)
福井 経一 (水質部会)

検討チーム会合

第1回：平成12年 2月 7日
第2回： 4月26日
第3回： 5月30日

目 次

1 . 検討の趣旨	1
(1) 検討の位置付け	1
(2) 各種の検討の経緯.....	1
(3) 検討のスコ - プ	2
環境保全上健全な水循環の捉え方	2
検討の焦点	3
2 . 水循環の変化に関わる歴史的経緯	4
(1) 日本の河川の自然特性.....	4
(2) 高度経済成長以前の水循環	4
(3) 高度経済成長等を支えた各種計画の成果と水循環の変化.....	5
工業開発の推進、都市への人口集中.....	5
生活用水・工業用水需要の増大と排水の処理	6
水資源開発.....	7
治水対策の進展.....	9
農業生産性の向上と農業基盤整備.....	9
林業の発展と衰退	10
(4) 近年の水循環を巡る見直しの機運の高まり	12
3 . 問題の構造と健全な水循環	13
(1) 大流域における自然の水循環と利水.....	14
(2) 山間部の水循環	16
(3) 農村・都市郊外部の水循環	18
(4) 都市部の水循環	22

4 . 目指すべき健全な水循環の姿.....	28
(1) 目標とすべき姿.....	28
大流域での自然の水循環と利水・排水.....	28
山間部の水循環.....	28
農村・都市郊外部の水循環.....	29
都市部の水循環.....	29
(2) 健全な水循環の指標について.....	29
5 . 健全な水循環の回復のための手法.....	31
(1) 大流域全体.....	31
(2) 山間部.....	31
(3) 農村・都市郊外部.....	32
(4) 都市部.....	33
6 . 具体的展開.....	36
(1) 国の取り組み.....	36
(2) 流域ごとの水循環保全計画の策定.....	36
(3) 流域住民等の自主的な取り組みの推進.....	37
(4) 水循環保全計画の策定等に当たっての関係主体の協力.....	37
7 . あとがき.....	38

1. 検討の趣旨

(1) 検討の位置付け

環境基本法第 15 条の規定に基づき、平成 6 年 12 月、環境基本計画が策定された。この計画において、「内外の経済社会の変化に柔軟かつ適切に対応して、環境基本計画の見直しを行うこととし、見直しの時期は、5 年後程度を目途とする。」とされている。

今般、環境基本計画は理念から実行への展開の段階にあるという認識の下に、持続可能な経済社会の具体像とそこに至る道筋を提示することを主要なテーマとし、計画全体に係る見直しが行われることとなった（平成 11 年 10 月、企画政策部会）。新たな環境基本計画の構成は、「総論的事項」と「各論的事項」に分かれ、各論的事項は、現計画に記述されている事項に加えて、新たに「重点的取組み事項」が追加されることとなった。重点的取組事項は、「今後 5～10 年程度を見通して、環境政策の重点とすべき政策分野とそれぞれの政策分野における施策の基本的な考え方、重点的に行うべき施策、目標などを明らかにするもの」であり、11 の課題が挙げられている。

本検討は、重点的な取組事項として挙げられた 11 の課題の一つである「環境保全上健全な水循環のあり方」について、基本的な考え方、重点的に行うべき施策、目標を明らかにするために行ったものである。

(2) 各種の検討の経緯

環境基本法第 15 条の規定に基づき平成 6 年 12 月に策定された環境基本計画の「第 2 節 水環境の保全」においては、その第 1 の施策の柱として「**環境保全上健全な水循環の確保**」が掲げられている。ここでは、「過疎化、高齢化が進行している地域を中心に森林、農地等の環境保全能力の維持が困難な地域が発生し、都市化の進展に伴う雨水の地下浸透の減少により湧水が枯渇し、水利用の各段階において水環境への負荷等が生じている。これらにより、水の自然的循環の態様に変化が生じて」との認識が示されており、そのため、「健全な水循環機能の維持・回復」等に関する諸施策を進めることとされている。

この計画の策定以降、水循環については、これまで、各種の審議会や関係省庁連絡会議等において、水循環に関する基本認識、水循環の変化とその影響、今後の施策の方向性や課題等が検討されてきた。その成果の主な例は次のとおりである。

- ・ 中環審地盤沈下部会での健全な水循環審議（平成 9 年）
- ・ 健全な水循環の確保に関する懇談会報告（平成 10 年 1 月）
- ・ 河川審議会総合政策委員会水循環小委員会中間報告（平成 10 年 7 月）
- ・ 中環審「環境基本計画第 3 回点検報告」（平成 10 年 8 月）
- ・ 中環審「環境保全上健全な水循環に関する基本認識及び施策の展開について」意見具申（平成 11 年 4 月）
- ・ 健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議中間とりまとめ（平成 11 年 10 月）

これらの検討を重ねる中で、「健全な水循環」に関して次のような認識が共有されつつあると考えられる。

- ・ 自然の水循環（降水 土壌水 地下水 地表水 海洋 蒸発 降水）によって、生命活動に必要な水量の確保、水質の浄化、熱や物質の運搬、気候緩和、生態系の維持といった様々な恩恵を享受している。
- ・ 一方で、都市への急激な人口・産業の集中と都市域の拡大、産業構造の変化、過疎化・高齢化・少子化の進行、近年の気象の変化等を背景として、水循環が急激に変化し、それに伴う問題が生じていることも確かである。
- ・ 望ましい水循環を確保するためには、流域全体を視野に入れ、流域の水循環の機構を把握し、流域の各主体が連携して対策に取り組むことが重要である。

（ 3 ） 検討のスコ - プ

環境保全上健全な水循環の捉え方

中央環境審議会では、平成 11 年 4 月、環境庁長官に対して「環境保全上健全な水循環に関する基本認識及び施策の展開について」意見具申（以下「意見具申」という。）を行った。この中で、「環境保全上健全な水循環」とは、「自然の水循環がもたらす『恩恵』が基本的に損なわれていない状態のことである」との認識が示されおり、本報告書においても、この認識に沿って環境保全上健全な水循環を捉えることとする。

自然の水循環とは、山林、農地、宅地等への降雨が土壌に保水されつつ地下水として徐々に流下し、河川や湖沼、そして海域に流入する過程で大気中に蒸発して再び降水となる連続した水の流れである。この間、単に表流水と地下水が分かれて流下するのではなく、表流水と地下水の間で相互にやり取りをしつつ流下しており、流域の主軸である河川水・湖沼水といった地表水も流域全体に面的広がりをもって貯留されている地下水で養われている部分がある。地下水は河川水や湖沼水と切り離された存在ではなく、流域の水循環系の中で重要な役割を果たしているといえる。また、地下水流動、特に浅層地下水の循環は、自然の浸透過程における浄化作用を持つとともに、湿地や湧水の水量を維持することにより、様々な生息・生育環境を形成し、多様な生物種の保全に寄与している。

人手が加えられていない自然の水循環は、人にとって正の要素と負の要素の双方を有している。現在の水循環は、古来、水田耕作、水害防止、生活用水などのために、様々な工夫を加えつつ、人間が長い時間をかけて作り上げてきたものである。

この過程は、基本的には自然の水循環が有する負の要素を減少させ、あるいは、正の要素を更に増加させることを目指して行われてきたものの、一方で、自然の水循環が有する正の要素を減少させる場合があったことも否定できない。

環境保全上健全な水循環とは、自然の水循環が有する恩恵が確保されている状態であるが、人手が加わらずに確保されている場合だけではなく、人手を加えることにより恩恵を回復している場合も含まれる。

意見具申においては、環境保全上健全な水循環が実現し、水の浄化機能をはじめ自然の水循環の有する様々な機能が十分に発揮され、水環境（水量、水質、水生生物、水辺地の保全）と地盤環境が良好に保たれている状態の具体的なイメージとして、次のような例が示されている。

- * 流域における地下水涵養機能や地表水・地下水を通じた水の循環が図られ、豊かな河川流量が確保されている。また、各所で豊かな湧水が維持されているとともに、適正な地下水利用が行われて地下水の枯渇や地盤沈下が生じていない。
- * 水循環の各過程で土壌や流水による自然の浄化能力が発揮され、汚染のないきれいな水が確保されている。
- * いわゆる水無し川が解消されるなど水循環の各過程で自然の水流等が可能な限り確保されるとともに、豊かで多様な水生生物との共生が実現している。
- * 美しい水辺や湧水が身近なものとなるとともにその価値が再認識され、水を使いつつ、それを守り育てる気運がますます高まっている。

検討の焦点

環境保全上健全な水循環の構築は、水環境（水量、水質、水生生物、水辺地の保全）と地盤環境を良好に保つための基盤となっている。このうち水質や水域生態系などの水環境を改善するための対策としては、汚濁負荷量のコントロールの面からのアプローチと河川の流量・地下水の湧出量など流域の水の流れの面からのアプローチがある。前者については、人の健康の保護及び生活環境の保全に関する環境基準等を設定し、これらの達成・維持に向けた適切な施策を推進してきたが、今後とも化学物質による微量汚染問題への対応、閉鎖性水域の水質改善、環境基準等の水域類型指定の見直し、水生生物への影響にも留意した環境基準等の検討など、各般の取組を引き続き推進していく必要がある。一方、後者に関わる水の流れの面からのアプローチについては、水質や地盤といった個別の地点での問題ではなく、水の全体的な「流れ」に着目することによって、水環境の改善を一層推進していくことが重要である。本報告においては、このような着眼点に立った施策の推進方策に焦点を当てて検討を行うこととする。

2. 水循環の変化に関わる歴史的経緯

(1) 日本の河川の自然特性

日本は世界でも有数の多雨地帯であるアジアモンスーン地帯に位置し、年平均降水量は約 1,714mm である。これは世界の平均降水量約 970mm の約 2 倍となっているが、人口 1 人あたりの年平均降水総量になおすと約 5,200m³/年となり、世界の平均である 23,000m³/年の 1/4 程度となる。^{資料 1}

日本は、列島を急峻な山脈が縦断し、短く急勾配な河川を有し、また河川最下流部に都市的水需要が集中している。年間の降水量は多く、梅雨期、台風期に集中するため、洪水や土砂災害が起きやすいという特徴を持っている。

また、日本の河川では、降雨の内、蒸発する分と一次流出する分などを除いた、地下水経由の自然の水循環のままで利用可能な水量のほとんどを利用し尽くし、何らかの水資源開発なしでは新たな利用が困難な河川が多いと言われている。

このような自然条件等の中で、我が国の水循環は歴史の発展と共に変化してきた。

(2) 高度経済成長以前の水循環

高度経済成長以前の水循環の状況を、日本を代表する河川の一つである利根川流域を例に整理する。

利根川の水源地域には天然林が生育し、根茎は深く地中に広がって山腹を安定させ、落葉が腐植層を形成して水源の涵養機能が発揮されていた。近世になって地方的な木材需要を満たすため、スギやヒノキの造林が始まったが、運搬手段が未発達であったことから、部分的なものに留まった。一方においては、炭や薪は家庭での主要なエネルギー源であり、薪炭の販売による収入は、林業家による森林管理を支えていた。また、里山では、薪炭を採るための樹林が入会地として地域共同体によって管理されていた。

低地部においては、江戸に幕府が置かれた頃から、新田の開発、利根川舟運の開発、上水確保、治水等を目的として、利根川の流路変更が行われた。また、新田開発のために、用水路の開削や用水源の変更も行われてきた。これらは、自然の水循環の恩恵を損なわない形で行われ、新たに創出された水田や水路は、雨水の貯留や地下水涵養機能も併せ持つとともに、多くの生物の生息・生育地や子供の遊び場を提供してきた。水田の灌漑に用いられた地表水は、田面から地下に浸透する一部を除き、大部分は再び水路等に流出し、その多くが反復利用されていた。

生活用水には、主に井戸、近隣の河川、水路が用いられ、また、産業用水については主に地下水が利用されていた。

このような水循環の基本構造は、明治以降の上水道整備や工業用水の利用によ

っても高度経済成長期以前には大きく変ることなく推移してきた。資料2【(2)全体】

(3) 高度経済成長等を支えた各種計画の成果と水循環の変化

工業開発の推進、都市への人口集中

戦後の日本は、朝鮮動乱による軍需景気を境に戦後の復興期を脱し、昭和30年代以降40年代半ばまでは高い経済成長率を維持してきた。この間に策定された経済計画には、経済の自立と完全雇用を目的とし、経済成長率5%を掲げた「経済自立5ヶ年計画」(昭和30年) 極大成長、生活水準向上、完全雇用をうたい、経済成長率6.5%を目標とする「新長期経済計画」(昭和32年) 経済成長率7.2%を目標とする「所得倍增計画」(昭和35年) 経済成長率8%以上を目指した「中期経済計画」(昭和40年) や「経済社会発展計画」(昭和42年) がある。また、国土を総合的に利用、開発、保全し、産業立地の適正化を図り、社会福祉を向上させるため、昭和25年には、国土総合開発法が制定され、この法に基づき「全国総合開発計画(一全総)」が昭和37年に策定された。一全総は、都市問題、地域格差問題を解決するため、全国を過密地域、整備地域、開発地域に分け、整備地域と開発地域に開発拠点として工業開発地区(新産業都市、工業整備特別地域)と地方開発都市を定めて重点的に整備しようとするものであった。この期間の実質経済成長率は、これら政府の成長最優先の政策を受け、民間企業も中長期計画をたてて設備投資を行った結果、目標を大きく上回った。資料2

高度経済成長期における工業出荷額の伸びは、昭和33年の10兆811億円から昭和45年には69兆348億円へと約7倍となり、工業用水使用量(淡水補給水量)も昭和33年の19,118千m³/日から昭和45年には41,056千m³/日と2倍以上となった。資料2

戦後の都市の復興と食糧事情の改善とともに、高度経済成長期における工業開発の進展は、農村から都市への労働力の移動を促し、都市域の拡大と都市への人口集中をもたらした。特に、国土の1割を占めるに過ぎない三大都市圏については、人口の4割、工業生産の6割が集中することとなり、生活用水、工業用水の需要、電力の需要が増大した。また、この時期に森林、農地、水面の多くが住宅・工業用地に転換された。資料3

生活用水、工業用水の需要の増大による水循環の変化は、「水資源の開発」で言及する。森林、農地、水面が住宅・工業用地に転換されたこと等により損なわれた水循環の恩恵は、次のように整理される。

- ・ 森林、農地が住宅・工場等の開発用地に転換されたことによって、雨水を地下へ浸透させる面積が減少し、表面流出量の増大と流出形態の変化を招き、洪水時のピーク流量が増大した。これによって、都市における洪水被害の危険度が高まった。
- ・ 都市化の進展に伴い、水空間が種々の都市的土地用地として転換された

ことによって、生物の生息・生育環境や人間が水とふれあう場が減少した。

生活用水・工業用水需要の増大と排水の処理

高度経済成長期の工業開発の進展に伴う都市への人口の集中や所得の向上により、水需要も飛躍的に増大した。

生活用水の内、上水道については、昭和30年の水道の給水人口普及率は約36%なのに対し、高度経済成長期の終る昭和45年には約81%に上昇し、年間給水量は、約30億 m^3 から約100億 m^3 に、平成9年には約170億 m^3 に増えている。

水道の整備により水系伝染病患者発生数は劇的に減少し、また、快適な生活環境をもたらした。

表1 上水道の給水普及

	給水人口普及率(%)	年間給水量(億 m^3)	一人1日当たり給水量(L/d)
昭和30年	35.8	30.7	263
昭和45年	80.8	100.9	330
平成9年	96.1	170.6	389

出典：資料4、5より作成

上水道の需要に伴い、水源別の取水量も大きく変化している。昭和14年では15.8億 m^3 取水し、そのうち河川自流と伏流水が14.3億 m^3 でダムや地下水はほとんどない状態であったが、昭和45年には、98.5億 m^3 の内、河川自流47.5億 m^3 、ダム19.1億 m^3 、地下水18.3億 m^3 とこの3水源で約86%を占める。さらに平成9年に到る水需要の増大に対しては、主にダム開発による水資源開発に依存してきた。また、水需要増に対して、地下水の水源としての役割も大きくなっており、現在も地下水は貴重な上水道水源であることが分かる。^{資料4}

表2 上水道水源別供給量

	河川自流		ダム		湖沼		伏流水		地下水		その他		計 年間取水量 (億 m^3)
	年間取水量	%	年間取水量	%	年間取水量	%	年間取水量	%	年間取水量	%	年間取水量	%	
昭和14年	12.4	79.0	0.2	1.3	0.7	4.3	1.9	11.9	0.5	3.1	0.1	0.4	15.8
昭和45年	47.5	48.2	19.1	19.4	0.9	0.9	10.4	10.6	18.3	18.6	2.3	2.3	98.5
平成9年	54.7	32.3	63.0	37.2	2.5	1.5	7.1	4.2	36.7	21.7	5.3	3.1	169.3

出典：資料4、5より作成

工業用水需要(従業員30人以上事業所)は、高度経済成長により増大し、補給水ベースでは、工業用水使用量(淡水補給水量)も昭和33年の年間70億 m^3 から昭和45年には150億 m^3 と倍増したが、その後、水使用の合理化が進み、平成8

年には、123 億 m³に減少している。^{資料6}

水源別では、井戸水の比率が高かったが、徐々に低下し、一方、工業用水道の比率が高まってきた。

表3 工業用水水源別補給水（従業員 30 人以上事業所）

	工業用水道		上水道		地表水・伏流水		井戸水		計（その他水源を含む）
	年間取水量（億m ³ ）	%	年間取水量（億m ³ ）	%	年間取水量（億m ³ ）	%	年間取水量（億m ³ ）	%	年間取水量(億m ³)
昭和 54 年	43.8	32.4	9.1	6.8	36.9	27.3	43.4	32.2	135.1
昭和 60 年	43.1	33.8	8.8	6.9	3.5	27.5	38.7	30.3	127.4
平成 8 年	46.0	37.3	9.1	7.4	3.2	26.1	34.3	27.9	123.0

出典：資料6より作成

また、生活、生産活動に伴って生ずる汚水による公共用水域の水質の悪化等に対応するため、下水道等の整備が進められてきた。

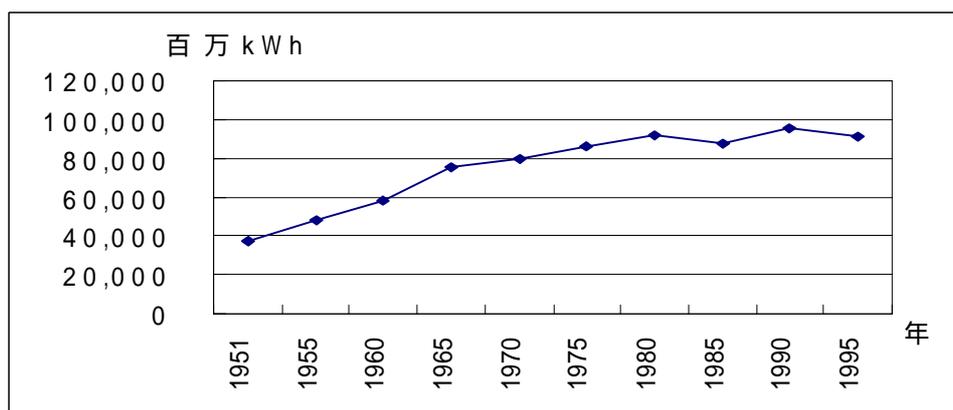
この下水道の整備は、生活環境施設整備緊急措置法（昭和 38 年）による下水道整備五カ年計画および終末処理場整備五カ年計画により開始され、現在は第 8 次七箇年計画に基づき下水道整備が進められている。下水道普及率は、昭和 40 年に 16%であったが、33 年後の平成 10 年度には、58%まで向上した。下水道の終末処理場は、平成 10 年で 1,293 の処理場があり、自然流下により下水を集めるため、流域の下流部に位置している。また、管路施設の整備は、全国で約 30 万 km の延長となっている。^{資料7}下水道整備は、公共用水域の水質を大幅に改善する効果をもたらし、生活環境の改善に寄与した。なお、湖沼や内湾等の閉鎖性水域の水質改善、高度処理の導入も含め、さらなる整備の促進が求められている。

一方、水循環に関し、次のような側面が見られるようになった。

- ・ 水道整備が進むに従い、生活用水を身近な水源に依存してきた時代に培われてきた貴重な水を大切に使うという節水の文化が失われてきた。
- ・ 人工的な給排水システムによる自然の水循環からのかい離も見られる。

水資源開発

昭和 21 年の全国エネルギー供給量は、電力 34%（水力 32%、火力 2%）、石炭 49%、薪・木炭 14%であり、水力開発と石炭増産が戦後経済復興の課題であった。昭和 26 年の「自立経済計画」において、石炭増産より電力の確保に政策上の重点が置かれ、電力需要の増大に対して大規模な電源開発を図ることとなった。昭和 27 年には電源開発促進法が制定され、電源開発が進められた。図 1 のように、水力開発は昭和 26 年から昭和 40 年の間に積極的に推進された。^{資料2}



出典：資料 8 より作成

図 1 水力発電量の推移

昭和 35 年に策定された「国民所得倍増計画」は、その後の 10 年間で所得を倍増させるため、社会資本の充実、産業構造高度化への誘導、貿易の促進等を主な目的とするものであった。社会資本の充実の中では、特に多目的ダムを重視し、将来の河川開発は可能な限り多目的ダムを主体とするとされていた。さらに、水資源については、工業生産の飛躍的増大による工業用水の増加、農業の近代化に伴う農業用水の増加、給水人口及び生活水準の向上による水道用水の増加を想定し、その対策として多目的貯水池の開発、湖沼の高度利用、河口堰等の建設、水の合理的・広域的使用を掲げていた。水資源開発に当たっては、昭和 36 年に水資源開発促進法が制定され、水資源の総合的な開発及び利用の合理化を促進する必要がある河川の水系は水資源開発水系として指定され、その水系における水資源の総合的な開発及び利用の合理化の基本となる水資源開発基本計画が定められることとなった。^{資料 2}

我が国においては、豊水時にダム等に流水を貯留し渇水時に補給することにより、水資源の安定的な利用を図ってきている。平成 9 年の実績では、都市用水（生活用水及び工業用水）の年間使用量約 324 億 m^3 のうち、4 割以上の 143 億 m^3 がダムによって確保されている。^{資料 9}

水資源の利用が可能になったことで、上記の 及び に掲げたように、高度経済成長を維持し、衛生的な生活用水を人々に供給することが可能になった一方、水資源開発のための工作物の建設によって、次のように水循環の恩恵が損なわれてきた。

- ・ ダムや貯水池の建設によって、水、生物、落ち葉等の有機物がせき止められ、河川流量や餌の減少（或いは人為的放流による流量差の拡大）によって、下流の生物生息・生育環境を悪化させた。また、土砂の供給が阻害され、下流の河底が掘り下げられたり、河口部での浸食が進行している河川もある。
- ・ 流域外へ水を供給する導水路が建設されたことによって、水利用後、当該河川に還元される水の量が減少し、河川流量の減少により水質や生物生息・生育環境が悪化し、また河川の持つ自然の浄化能力が十分に発揮されなくなった。

治水対策の進展

昭和 28 年の北九州と和歌山地方の集中豪雨による大きな被害を契機として、「治山治水対策協議会」が内閣に設けられ、「治山治水基本対策要綱」が決定された。この要綱では、重要な河川水系ごとに砂防ダム、治水ダム、河川改修等の諸事業を総合した治水計画の必要性が示された。財政的制約から閣議決定には至らなかったが、ダムによる洪水調節を積極的に採用した点で、日本の治水方式の転機となった。昭和 35 年から開始された治水事業五箇年計画（現在は第 9 次治水事業七箇年計画を実施中）により、河道の拡幅、堤防の補強、放水路の建設等が行われてきたが、都市域の拡大に伴って流域の保水機能は低下し、河川周辺の都市化の進行によって、従来のような河道拡幅等による治水対策が困難となった。^{資料 9}

このため、昭和 50 年代頃からは市街化の著しい河川において、従来の治水対策に加えて流域の保水・遊水機能の確保等を取り入れた総合的な治水対策が推進されてきた。これにより、都市の雨水対策については、下流河川に効率的に雨水を排除することを基本としつつ、流域における貯留浸透機能の増進も進められてきている。治水施設の整備を着実に進めた結果、水害による浸水面積等は減ってきている。治水対策はそもそも「流域の保水機能の低下」という水循環上の変化に対応してきた面もあるものの、他方、旧来型のコンクリート護岸等を主体とする河川改修方式により次のように水循環の恩恵も損なわれたことは否めない。

- ・ 河川流下途中での河川の保水・浸透機能の低下
- ・ 三面張り水路による地下水との間の移動の遮断
- ・ 水辺の生物生息・生育環境の変化

なお、近年はこのような改修方式についても、「多自然型川づくり」など河川が本来有する自然環境に配慮した方式へと変わってきている。

農業生産性の向上と農業基盤整備

昭和 25 年の国土総合開発法に基づく特定地域総合開発計画では、水力発電、洪水防御とともに農業開発が重要な部分を占めていた。

戦後の自作農維持と食料増産は、昭和 36 年に制定された農業基本法に基づき、自立経営の育成、構造改善による生産性の向上、農業生産の選択的拡大の方向に転換され、昭和 38 年には圃場整備事業が創設された。この事業は、圃場条件の整備にかかる区画整理、農業用排水路、農道等各種事業を一貫施工するとともに、換地による集団化を行い、農業機械化の基盤整備をめざすものである。他の区画の水利利用に影響されることなく水管理ができるよう、農業用排水路は用水と排水が分離され、また用水路をパイプライン化する方式も一部の地区で採用された。^{資料 10}

主要作物の生産性は、表 4 のように、昭和 35 年から平成 2 年までの 30 年間で、米については単収は 1.3 倍、労働時間は約 1/4 に、小麦については単収は 1.6 倍、労働時間は約 1/12 となった。^{資料 11}

一方、従来の水循環が変更されたことによって、次のように水循環の恩恵も損なわれた。

- ・ 三面張り水路による水辺の生物の生息・生育環境の変化及び自然の持つ浄化機能の低下
- ・ 用水路がパイプライン化されたところでの水辺空間の減少

表4 主要作物の生産性（10aあたりの単収・労働時間）の推移

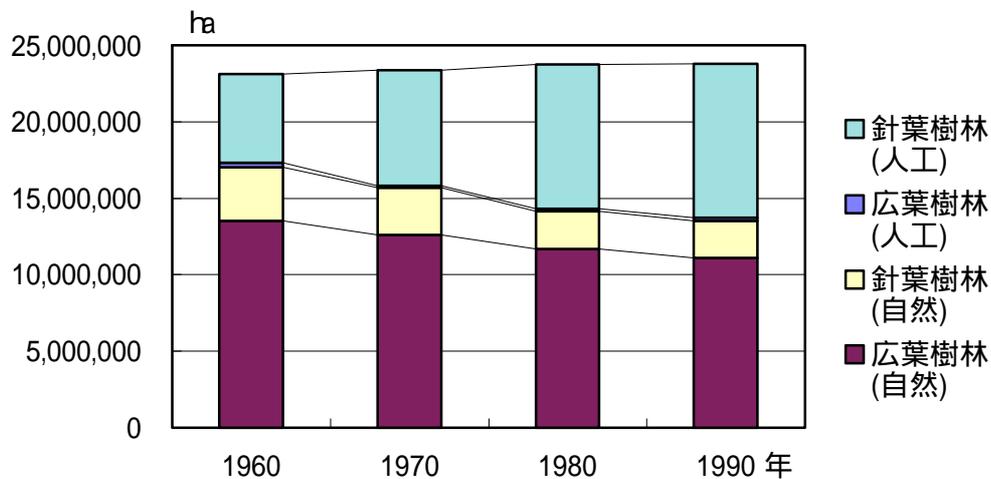
	水稲		小麦	
	単収(kg)	労働時間(h)	単収(kg)	労働時間(h)
昭和35年	371	174	217	110
昭和45年	431	118	275	58
昭和55年	471	64	298	16
平成2年	494	44	348	9

出典：資料11より作成

林業の発展と衰退

昭和30年代に入ってから高度経済成長期には、木材需要が増大し、価格は高騰した。当時は外貨準備高が乏しく、外材輸入の体制が整備されていなかったことから、国産材によって需要に対応することが求められた。特に、国有林の供給力増大が要請され、国有林においては成長の遅い広葉樹林を成長の旺盛な人工林に転換するなど森林の生産力拡大を目的とする「国有林生産力増強計画」（昭和32年）、造林技術の集約化・向上による成長量の増大を織り込む「木材増産計画」（昭和36年）が策定された。これらの計画によって、国有林では昭和40年代半ばまで、成長量の2～3倍に及ぶ伐採が行われた。^{資料12}

昭和35年から平成2年にかけて天然林は1,702万haから1,352万haへと減少し、管理の必要な人工林は611万haから1,025万haへと拡大した。^{資料13}



出典：資料13より作成

図2 樹種別森林面積の変化

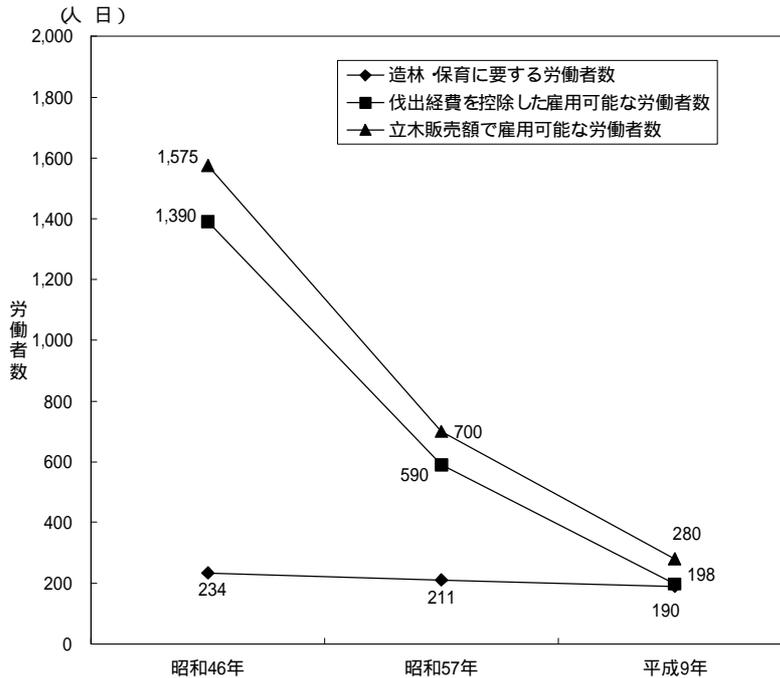
一方、人工林の適切な維持管理には下刈りや間伐等が必要であるが、近年の木材価格の下落や労働賃金の上昇等により、林業経営の収益性が悪化し、維持管理を適切に行う余裕がなくなっている。図3は、haあたりの森林整備に擁する労働者数と立木販売収入で雇用可能な労働者数の推移であるが、昭和46年時点では両者の間には6倍の開きがあったが、平成9年にはほとんど差がなくなっている。

資料14

また、林業従事者数の減少や高齢化に伴う担い手の減少の面からも人工林の維持管理が困難となっている。

森林管理能力の低下、森林の土地利用転換などにより、清浄な水質、安定した水流、これらによって維持される水辺生態系などの水循環の持つ恩恵が損なわれてきた。

(スギ50年生中庸地350m³/ha 利用率0.75)の場合のモデル)



注)
 造林、保育に要する労働者数は、
 保育がおおむね終了する35年
 間に投入された延労働者数とし、作
 業種ごとに標準的な労働者数を既
 存の資料から求めた。
 また、各年の間の生産性の向上率
 は10%と仮定した。

出典：資料14より作成

図3 haあたりの森林整備に擁する労働者数と
 立木販売収入で雇用可能な労働者数の推移

(4) 近年の水循環を巡る見直しの機運の高まり

平成6年の環境基本計画における環境保全上健全な水循環の重要性の提起を契機として、森林地域、農村地域及び都市地域での水循環に関係するこれまでの取り組みについて見直しが行われるようになり、関係省庁でも自然の水循環の恩恵を活かした様々な取り組みが行われはじめている。

水域の持つ多様な機能を活かしつつ、高度経済成長期間以降、今日までの間に損なわれた水循環の恩恵を可能な限り回復すべく政府として積極的に取り組む時期に来ている。

また、地球環境問題の観点からも、水災害の防御や持続的な水利用といった水循環に関わる問題について考察する必要があるとともに、生物多様性と水循環との関連が重要であることを認識する必要がある。これらの分野において、我が国が、水量・水質及び水辺生態系モニタリング、環境に配慮した水資源開発・治水、水の効率的利用に関する技術を持って国際協力に貢献することが求められている。

3. 問題の構造と健全な水循環

環境保全の視点から水循環にどのような問題が生じているかを見る場合に、大きな河川の流域全体をみると、水の流れが複雑すぎて、水循環の変化を特定し、地域の身近な課題として捉えることが難しくなる。そこで、大流域を対象に大きな水循環の変化を概観するとともに山間部、農村・都市郊外部、都市部などの小河川（大河川の支流）として典型的な流域を事例として挙げ、各流域の水循環の変化とその原因、変化に起因する環境影響等について示すものとする。

事例としては、大流域に関しては利根川流域、山間部に関しては相模川の上流部（神奈川県）農村・都市郊外部に関しては荒川支流の不老川（埼玉県）都市部については多摩川流域の野川（東京都）新河岸川流域の白子川（東京都）を取り上げる。

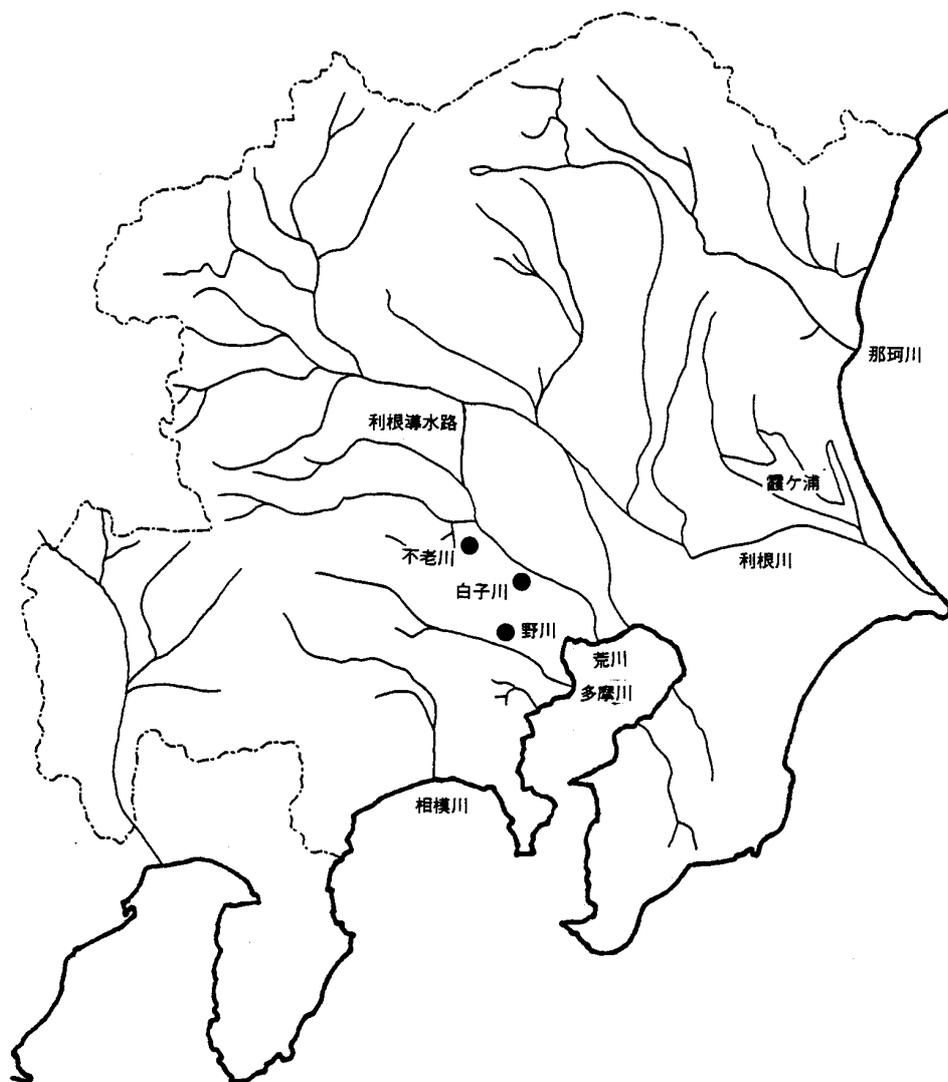


図4 事例対象とした河川の位置

- 利根川：日本を代表する河川の一つであり、下流に首都圏を擁する。下流の水需要に対応するため流域を越えた大規模な導水が行われている。
- 相模川：上流部における人工林の適切な管理が確保できないという危機感から、下流の横浜市では上流部の水源林の保全などの取り組みが行われた。
- 不老川：埼玉県内の新河岸川の支流。市街化が進んでいるが、農業的な土地利用が約50%を占める。
- 野川：東京都内の都市河川。流域の台地部の開発が進んだため、湧水が枯渇し、河川の流量が減少している。
- 白子川：東京都内の都市河川。流域の土地がほぼ全て宅地化され、雨水の地下浸透量が減少している。

(1) 大流域における自然の水循環と利水

利根川を一つの例として取り上げる。利根川は、安定した水を首都圏に供給することにより、その発展に大きな貢献をしてきた。高度経済成長期には、東京圏における工業用途の地下水の過剰揚水による地盤沈下が進んだが、利根川が地下水の代替水源としての役割を果たしたことにより、地盤沈下の進展を抑えることができた。また、利根川は大規模な導水によって東京都の多摩地区等にも水を供給することにより、それらの地域における水需要の増大に対応し、また、その結果、地下水の過剰揚水を通じた地盤沈下の拡大防止にも寄与することになった。

しかしながら、利根川上流域の多数のダムによる河川本流の流量減少や、中流域の利根大堰による大規模な導水による流域外への大量の水の移動に起因して、中流域以降の水量減少が生じている。

このため、利根川中流域における生活用水や工業用水の需要増大には、地下水の利用に頼らざるを得ない状況になっており、特に、異常渇水時等においては、利根川の取水制限措置に伴う地下水の急速な大量採取により、地盤沈下が生じる地域も依然として存在する。

このような状況は、利根川の水による東京の自然の水循環の回復が、利根川中流域の自然の水循環の変化に転移した現象とみなせる。

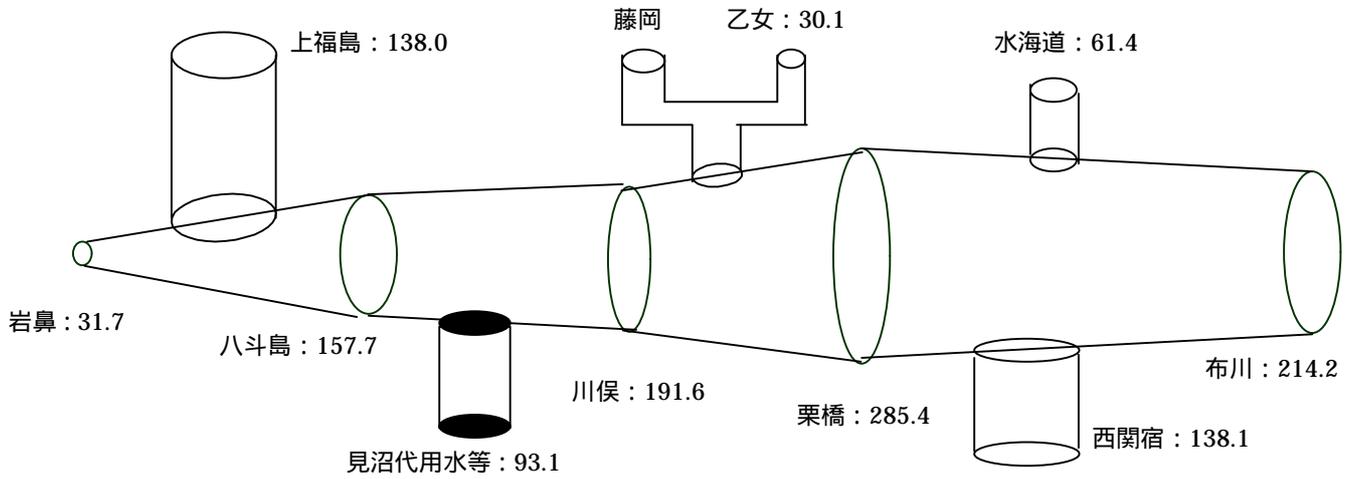
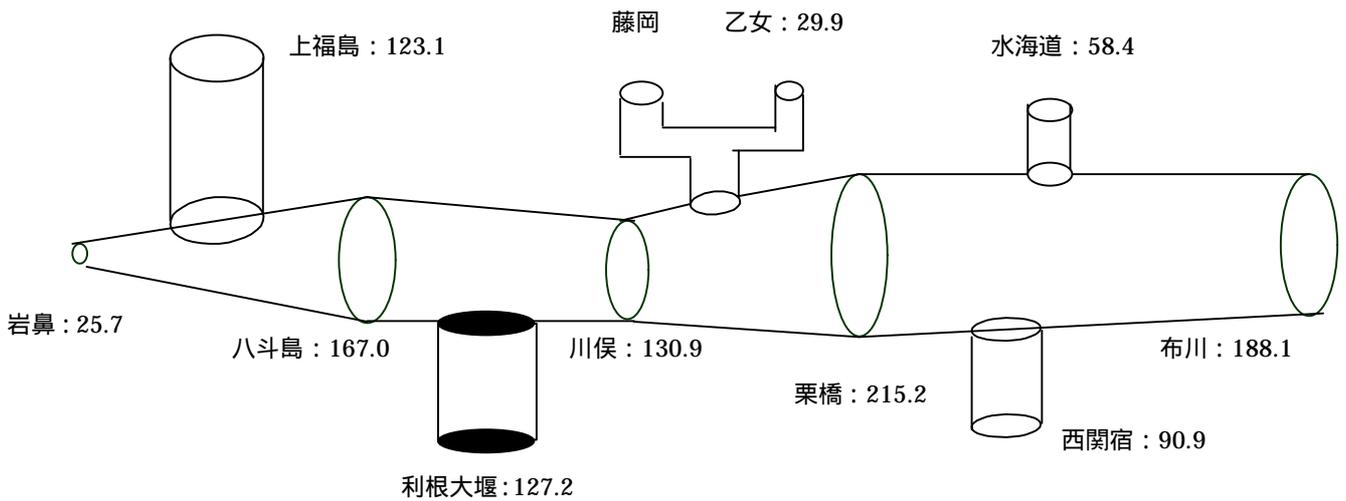


図 5a 昭和 30 年頃における利根川の流量 (単位 : m³/s)



出典 : 資料 2 より作成 (図 5a、図 5b)

図 5b 平成 9 年頃における利根川の流量 (単位 : m³/s)

(2) 山間部の水循環

山間部における自然の水循環では、森林に降った雨水が土壌に浸透して地下水を涵養し、ゆっくりと清浄な水質で河川に湧出し、安定した流量をもたらしている。森林の持つ保水・地下浸透機能を通じた自然の水循環による清浄で安定した川の流れや、豊かな地下水脈は、古来より生活、生産のための水を提供し、また、水生生物の生息・生育の場を提供してきた。

我が国では、森林の水源涵養機能の重要性について良く知られているが、この水源涵養機能は、森林の整備と保全によって保たれるものである。また、森林は、同時に土砂の流出を抑制しており、ダムの貯留機能の保全にも大きく貢献している。

資料24

森林は、以上のように水循環上、非常に大きな意味を持つが、その森林の管理は、林業の停滞と山間部の過疎化・高齢化による林業労働者の減少や高齢化により不十分になる傾向にある。また、碎石場や廃棄物処分場など森林以外の土地利用に転換される場合もある。^{資料26}

例として取り上げる相模川は、水源が大きく三系統に分かれており、1つは山梨県の富士山麓に発して、大月市を通過して相模ダムに流れ込む。また、神奈川県内の道志川から城山ダムに流れ込むもの、丹沢からは中津川を經由して流れ込むものがある。これらの水の流れは、下流の横浜市を初めとする地域の多量の水需要を賄う貴重な水源となっている。

相模川の上流の豊富な森林域においては、人工造林の増大が進んでいるが、林業を巡る経営環境の悪化に伴う人工林の維持管理の低下等による河川の流況変化、特に、渇水時の安定した水の確保やダム湖への土砂や栄養塩の流出などの問題が懸念されている。また、上流側で宅地開発等の土地利用の開発があったことにより、渇水時の流況の不安定化が進み、下流における水利用に対して大きな影響を与えることも懸念されている。

このように、山間部の森林を通じた自然の水循環は、森林の不十分な管理や森林からの僅かな土地利用の転換であっても、これらが積み重なることで表面流出を増大させ、それが自然の持つ水循環の微妙なバランスを変化させ、水循環の持つ安定した水の流れなどの恩恵を損なうものといえる。

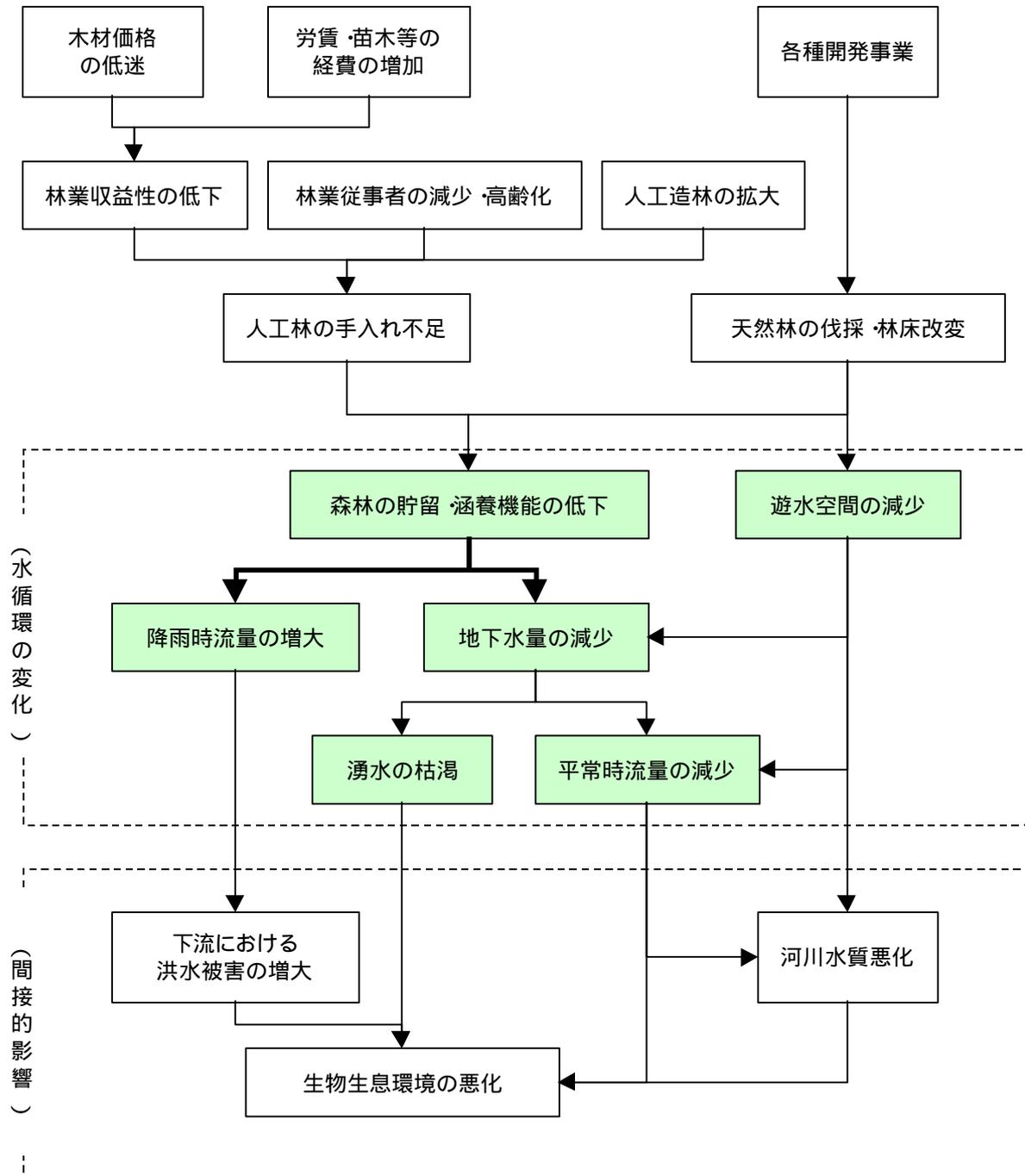


図6 山間部における水循環の変化の構造

(3) 農村・都市郊外部の水循環

農業的な土地利用が中心の流域において損なわれた水循環の恩恵について検討すると、水田の減少による地下水涵養機能の低下、農村地帯の都市化や従来は林地として残されていた台地部の住宅開発により谷戸が消失したことによる湧水量の減少などが挙げられる。

また、土地利用の変化による表面流出の増大が雨水の河川への流入時間を短縮し、浸水被害を起きやすくしている。

新河岸川の支流である埼玉県を流れる不老川の例をみると、市街地率が44%（平成2年頃）もあり、もはや農村部の河川とは必ずしもいえないが、土地利用の変化にともなう雨水の地下浸透を巡る微妙な変化、すなわち、地下水をめぐる自然の水循環の微妙な変化が積み重なることにより雨天時の流出に大きな影響をもたらしている。不老川の不浸透率が昭和20年頃の5.4%から平成7年頃には14%に増加しており、浸水被害の頻度も多くなってきている。^{資料29}

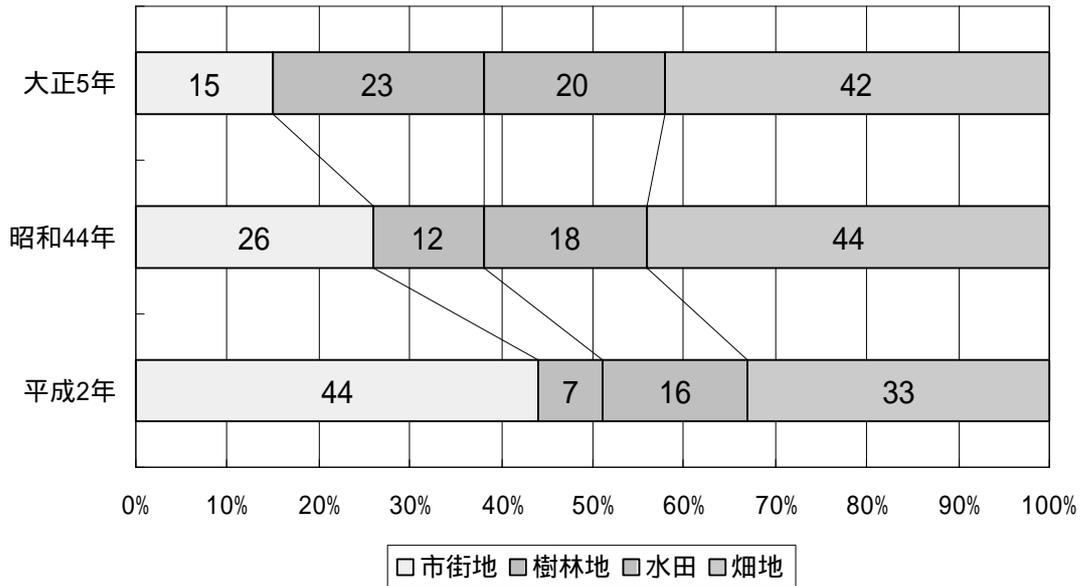
平常時流量の減少の要因として、この他に、水田等が減少したためにゆっくりと河川に流れ込む表流水が少なくなること、水田の排水施設が整備され、河川へ流れ込むまでの時間が短くなること、コンクリート三面張りにより地下水との連続が断ち切られていることなどが挙げられている。流域内での地下水位は、高度経済成長期以降大幅に降下したが、現在は、徐々に回復しつつあるものの、昭和30年頃のレベルには回復していない。湧水に関わりの強い浅層の地下水位も依然として回復していない。^{資料29}

現在の平常時流量の内30%弱が生活排水であり、今後の下水道整備により更に流量が減少することが懸念されている。

以上の事例を通じて、小流域では土地利用の変化による自然の水循環の比較的小さな変化であっても積み重なると雨水の表面流出に大きな影響をもたらすこと、また、汚濁負荷が増加傾向にあるなかで河川水量が減少し、河川の持つ浄化能力と汚濁負荷のバランスが崩れることなど、自然の水循環の恩恵は、微妙なバランスの下で享受できるものであることが分かる。

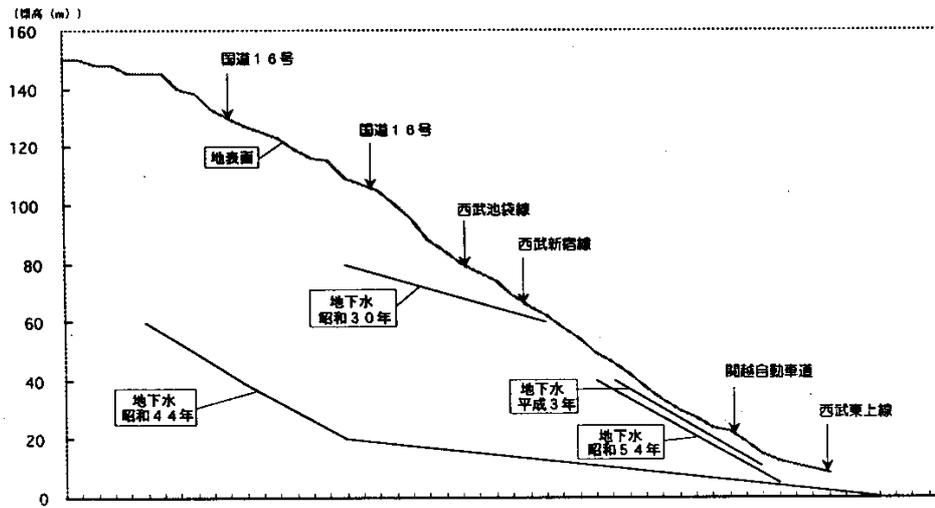
したがって、農村部の河川であっても自然の水循環を維持・回復することは、都市部の河川と変らない重要な意味をもつものと言えよう。

土地利用の推移



出典：資料 29 より作成

図 7 不老川流域の土地利用の推移



出典：資料 29

図 8 地下水位の推移

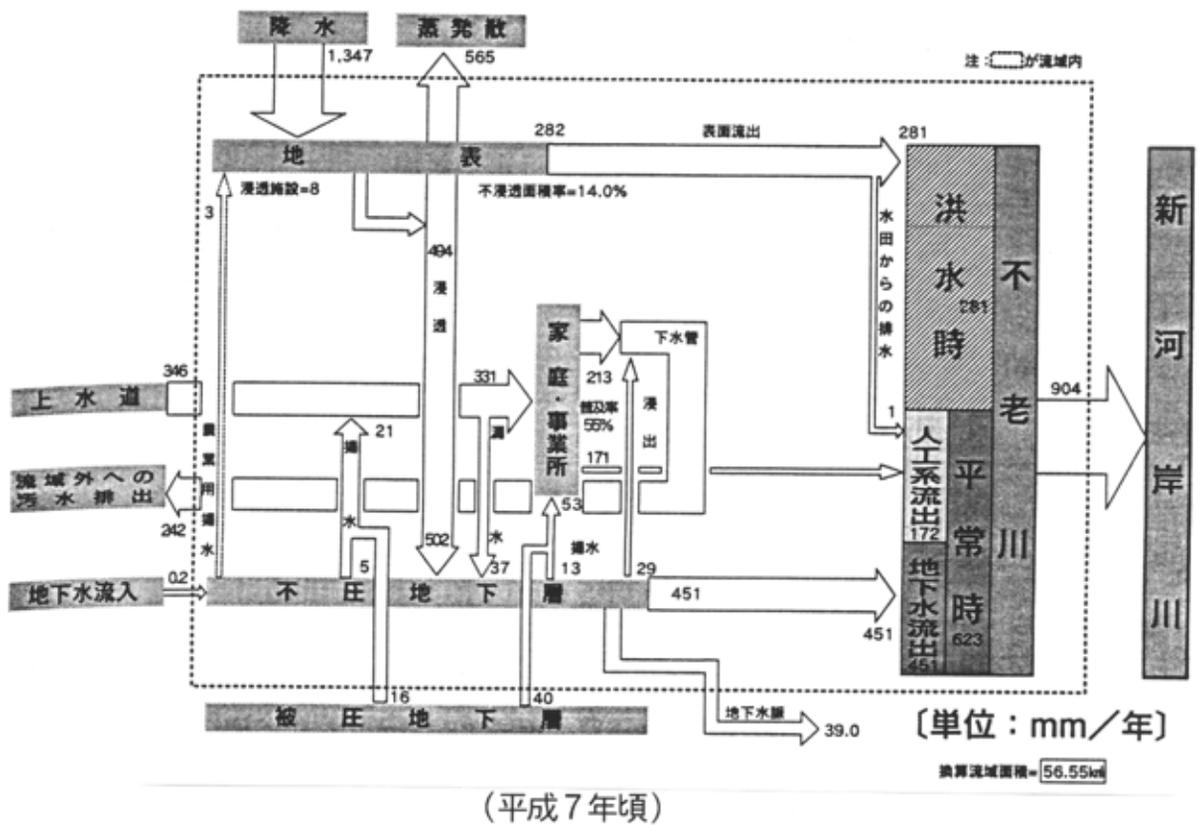
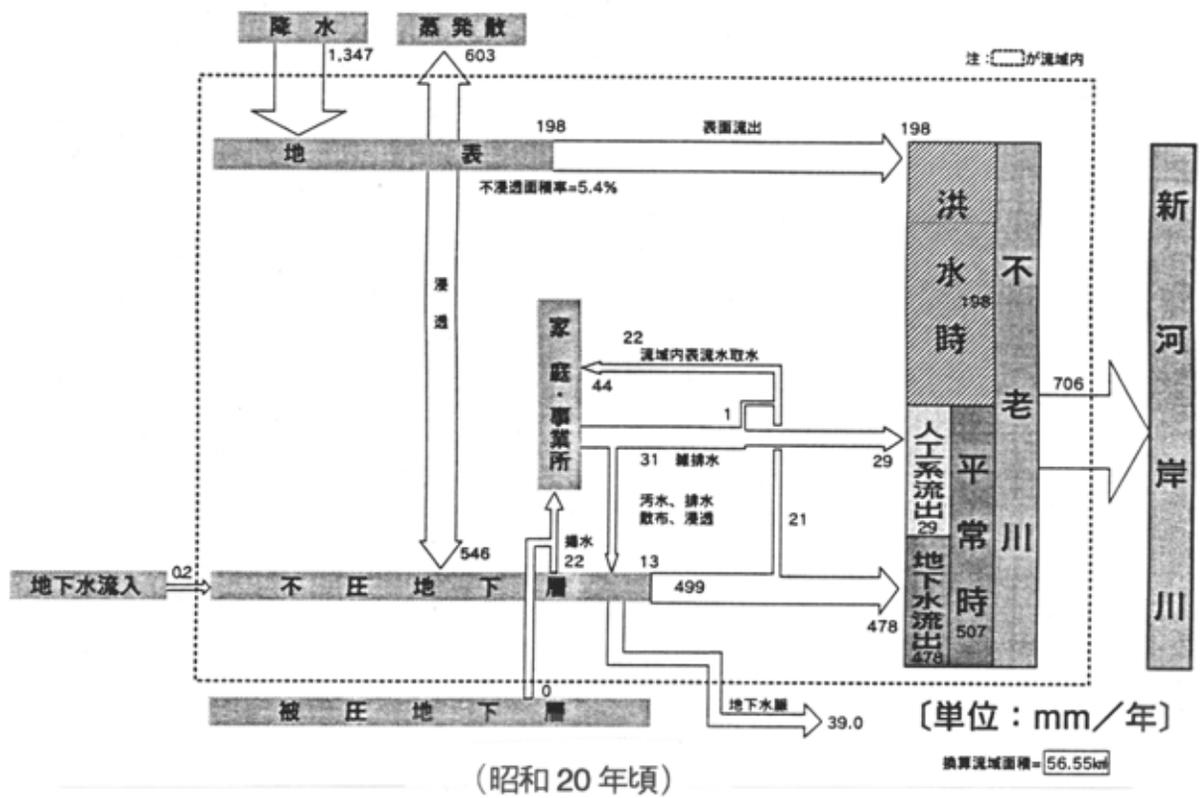
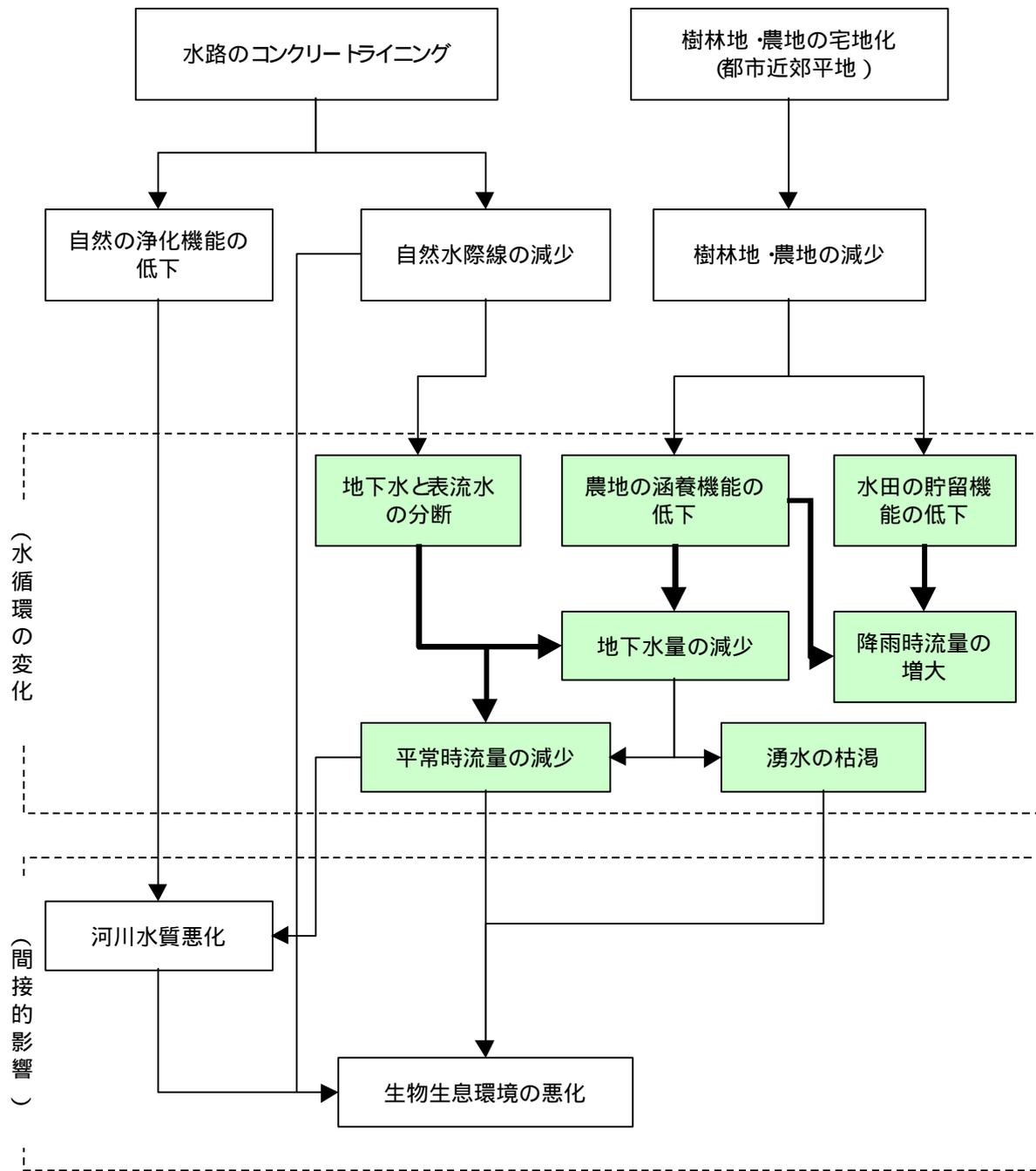


図9 不老川の水循環概念図

出典：資料29



注) 網掛け部分は自然の水循環の変化を示す

図 10 農村・都市郊外部における水循環の変化の構造

(4) 都市部の水循環

都市化された地域の小流域では、平常時の河川流量の低下や湧水の枯渇、地下水位の低下が顕在化している。都市域への人口集中に伴う水需要増加、浸透面積の減少等により、都市部における河川流量が減少している。特に、渇水期には河川が干し上がるなどの現象が見られる場合もあり、水生生物や野鳥の成育環境や潤いが損なわれている。また、湧水の枯渇とそれに伴う水辺環境の変化により、地域社会での水を巡る文化も失われている。

都市部の典型的な河川の例として東京都近郊の多摩川支流の野川及び仙川や新河岸川支流の白子川などが挙げられる。野川では、平常時の河川の流量は少なく、渇水期には瀬切れが生じており、生態系への悪影響が生じ、親水機能を阻害している。真姿の池湧水群や野川公園、武蔵野公園、国分寺崖線緑地保全地域、深大寺緑地地区のハケ地の湧水が野川の貴重な水源であるが、都市化の進展により水量が減少している。渇水期には瀬切れする場合もあるが、河川には水生生物や野鳥の姿も見られるなど地域の住民にとって残された貴重な憩いの場となっている。資料33、37

一方、支流の仙川では、自流はほとんどなく、下水処理水の導入により水量は確保されているものの、河川流量のほとんどが下水処理水となっているため、野川のような水生生物や野鳥が見られる水質となっていない。資料33

白子川では、高度経済成長期の工業系の地下水利用により約30～50mの大幅な被圧地下水頭の低下があった。このため、上流部の大泉井の頭公園等、成増台や中流域の雑木林からの湧水を固有水源としているが、その固有水量は非常に少なくなっている。また、流域の地下水位の低下により湧水量が減少し、さらに、消滅・枯渇した湧水も多くなっている。現在では地下水の過剰揚水対策により徐々に地下水位が回復しつつあるが、昭和30年に較べるとまだかなり低いレベルにある。資料32

このような自然の水循環の変化をもたらした直接的な要因は、都市化の進展とともに市街地の拡大と雨水の浸透面の減少による地下水への浸透量の減少や地下水の過剰揚水である。

野川流域では、昭和20年代初期の市街地率が約20%なのに対し、昭和60年代初期には約90%となっている。また、武蔵野地区の地下水位は、過剰揚水により低下したため、揚水の抑制が図られているものの、昭和30年ごろの状況までには回復していない。

白子川の例をみると、昭和20年代前半に流域の市街地面積が約30%なのに対し、平成5年には約80%となっており、保水・浸透機能の低下が著しい。また、不透水面積がそれぞれ約7%から約28%に拡大しており、特に、ローム層を有する保水機能の高い台地部が開発され、林地が減少しており、その影響が懸念される。また、下流部の低地では工業地帯での工業用水の過剰揚水による地盤沈下が発生して

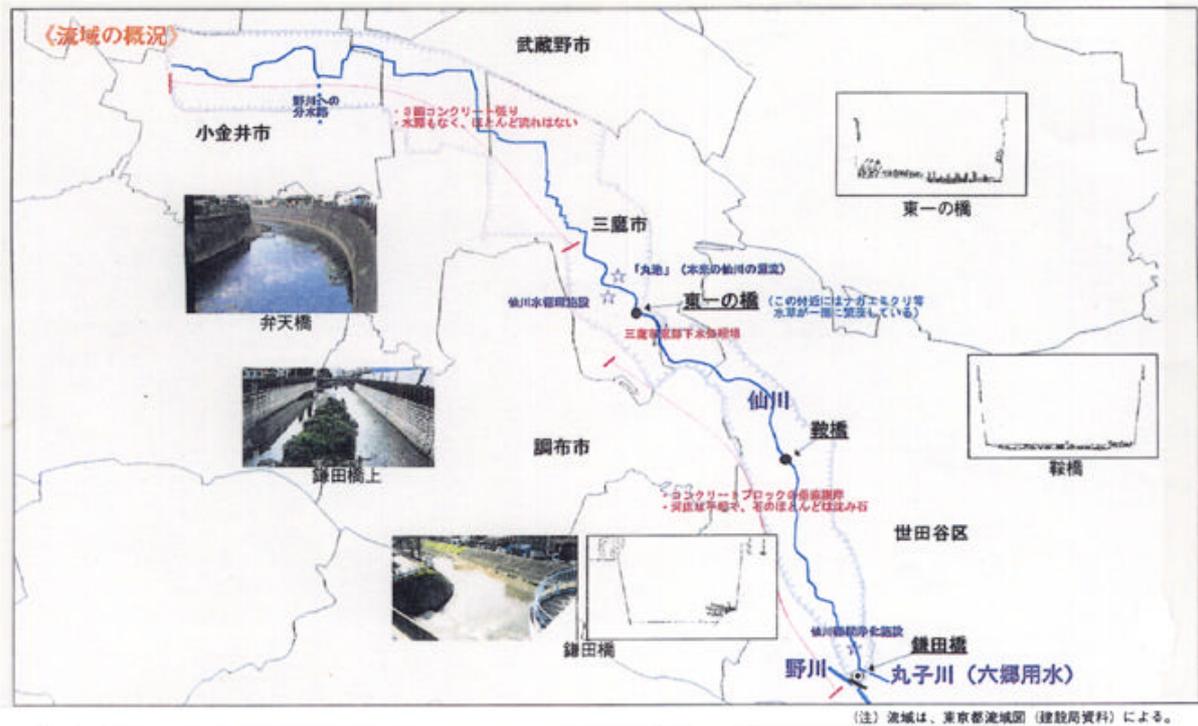
いる。

この白子川の水循環の変化を整理すると図 17 のとおりである。水循環の定量的な分析結果を見ると、昭和 20 年代に比較し、平成 2 年では地下への浸透量が約 30% 減少している。^{資料32}



出典：資料37

図 11 野川の流域概況図



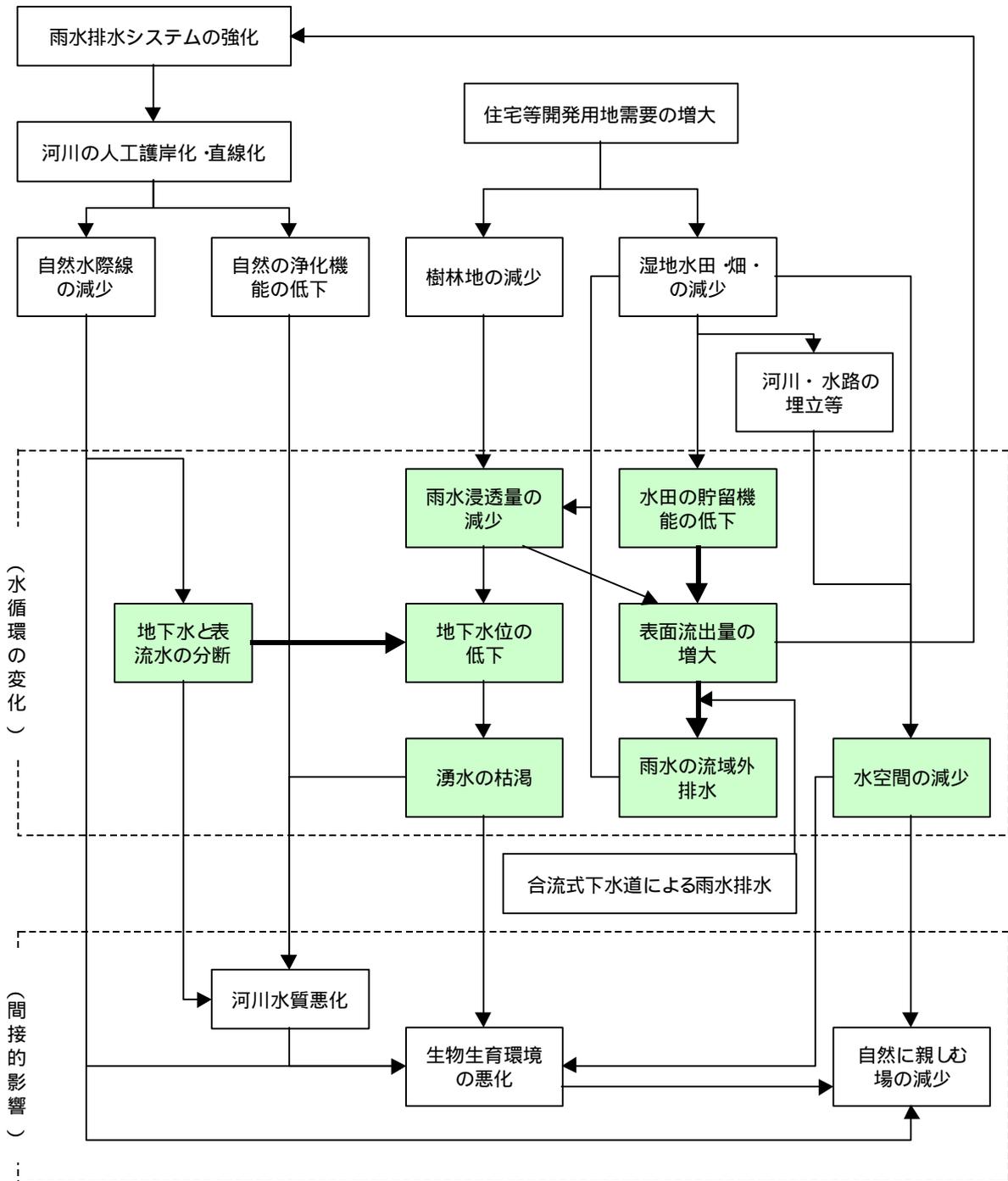
出典：資料37

図 12 仙川の流域概況図



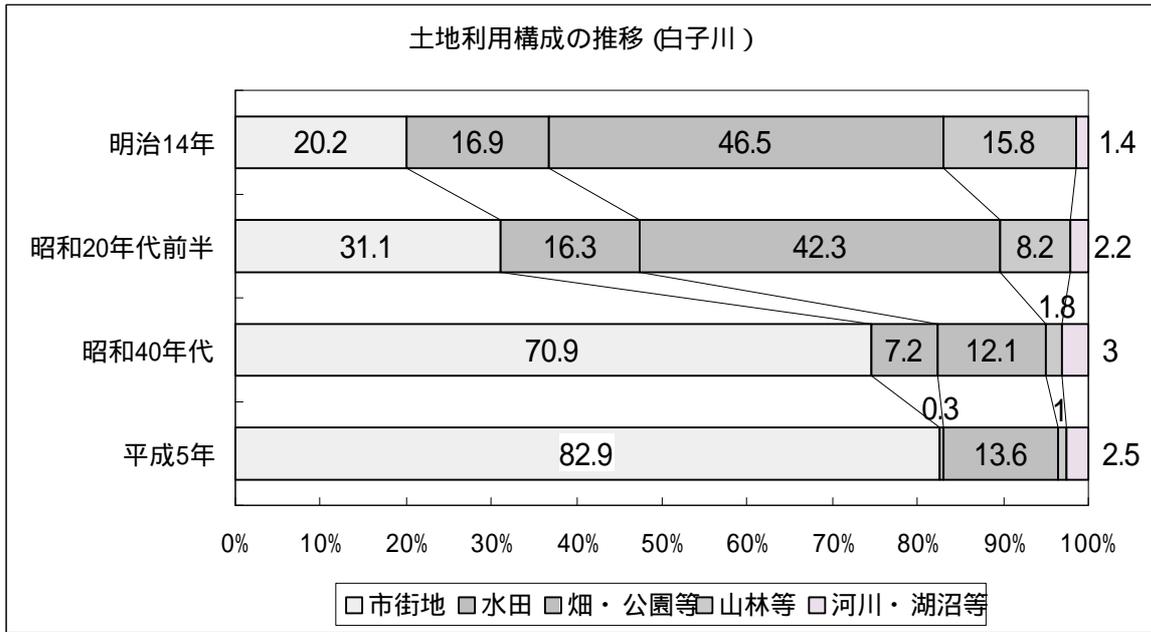
出典：資料37

図 13 白子川の流域概況図



注)網掛け部分は自然の水循環の変化を示す

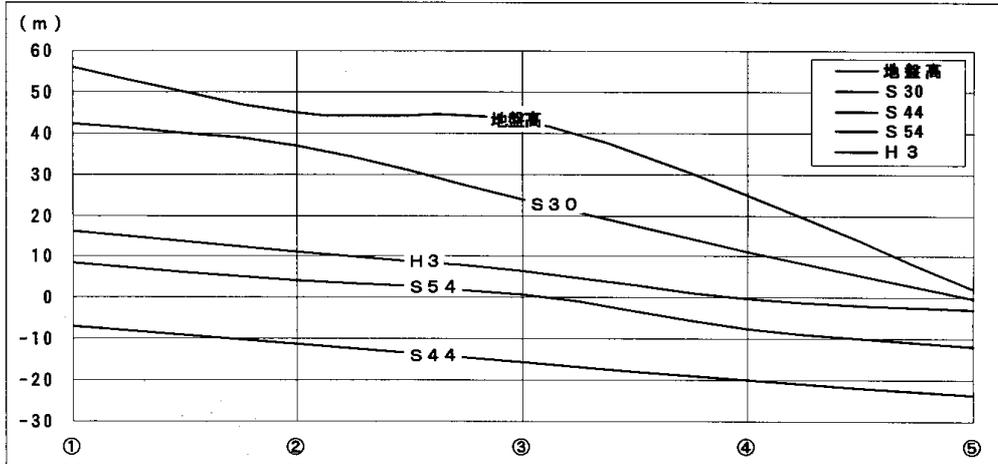
図 14 都市部における水循環の変化の構造



出典：資料32より作成

図15 白子川流域の土地利用の推移

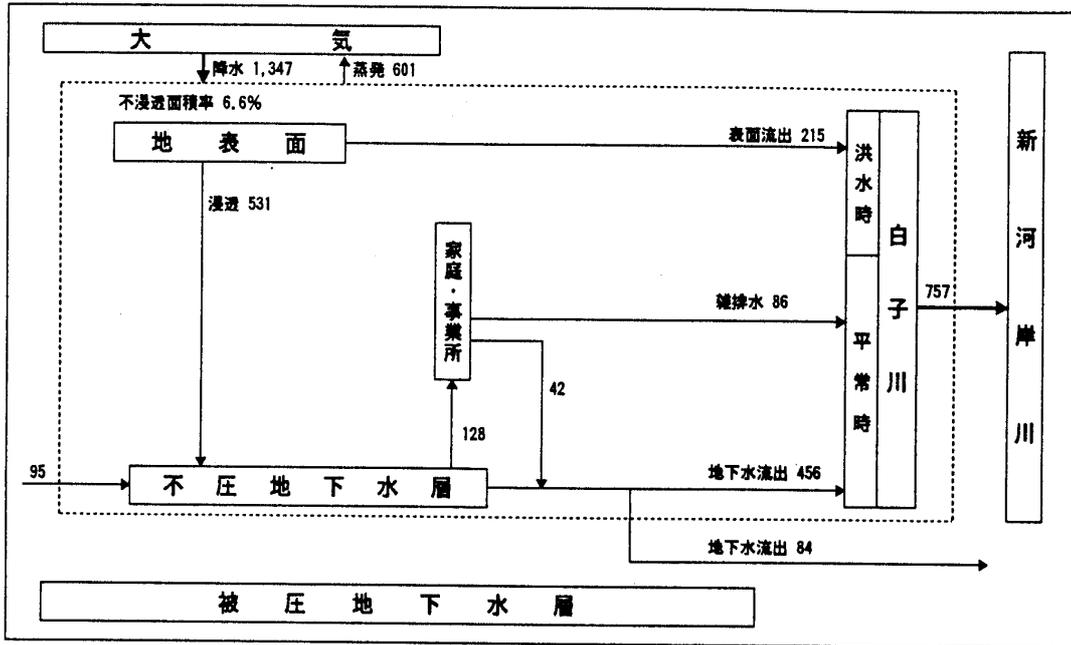
被圧地下水水位の変遷



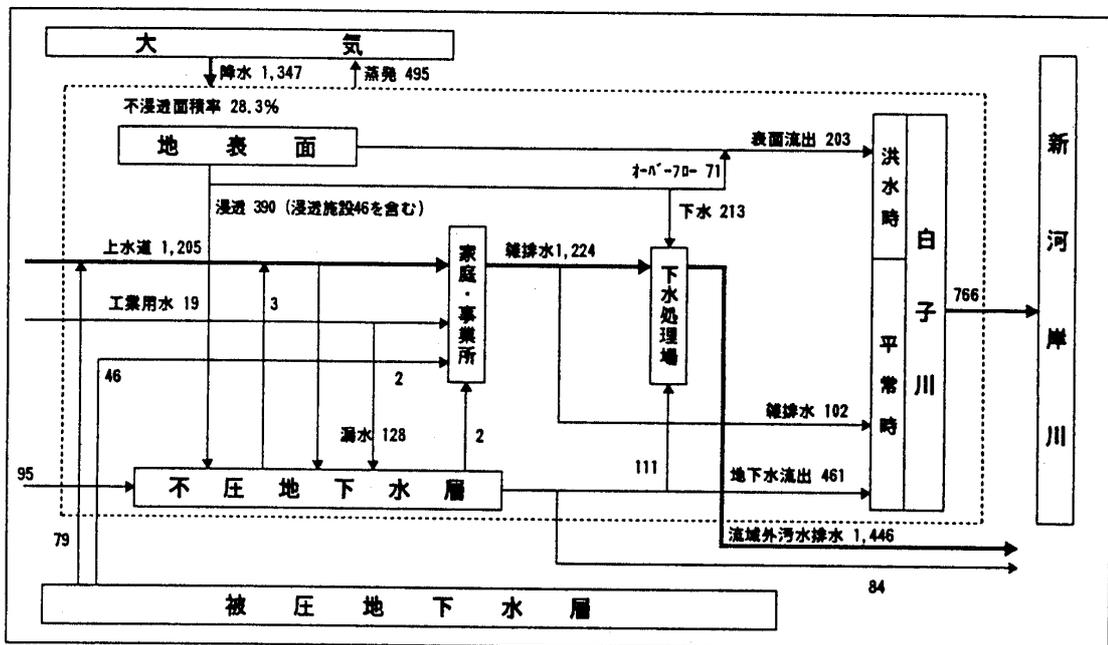
出典：資料32

図16 地下水水位の推移

単位：mm/年



(昭和20年代)



(平成2年)

出典：資料32

図17 白子川流域の水循環の概念図

4. 目指すべき健全な水循環の姿

(1) 目標とすべき姿

現在の水循環は、これまでの治水対策、水資源開発、利水・排水体系の整備、土地利用の変化等が大きく影響を与えたものである。この現在の水循環が高度経済成長を支え、また、安全で安心な生活の基盤となってきたことは評価しなければならない。

一方、この結果、自然の水循環も大きく変化し、きれいで豊かな河川の水の流れや、水生生物の生息・生育環境に悪影響をもたらすなど、自然の水循環の持つ恩恵を損なう面があったことも否定できない。

我々は、自然の水循環の恩恵を再び十分に享受できるようにしなければならない。しかし、単に過去への回帰を目指すことによりこれを実現しようとするのは、そもそも現実的でないし、安全性の向上等の面でのこれまでの努力を無視したものとなる。

このため、今後は、現在及び将来の社会経済状況、技術レベル、生活の質の維持を考慮しながら、災害や健康リスクを最小限にしつつ、自然の水循環の持つ恩恵を最大限享受できるような新しい水循環の形を構築することが求められる。この場合、自然の水循環の持つ恩恵に関して目標とする姿は、それぞれの流域の特性を踏まえて設定することが適当であるが、基本的には、高度経済成長期以降に水循環が大きく変化したことを踏まえるならば、高度経済成長始動時の昭和 30 年頃の自然の水循環が持っていた恩恵が参考になるであろう。

大流域での自然の水循環と利水・排水

これまでの水源開発、利水・排水体系を効果的に利活用しつつ、下流域では、生活用水、工業用水の節水や水使用の合理化を進め、さらに排水の再利用を進めること等により新規水需要を抑え、河川水源としての負担を少なくし、また、上・中流域では、農業用水の循環利用、地下水の適切な利用や、生活排水等の処理水の河川への還流、河川水のカスケード利用(上流から下流にかけて繰り返し利用すること)を行うこと等により健全な水の流れを回復する。

山間部の水循環

山間部での環境保全上目指すべき健全な水循環の姿は、森林の維持管理を適切に行い、その保水・浸透能力を活かすことにより、地下水を涵養し、強雨時の河川への水や土砂の流出を調整し、また、水質浄化の機能を高め、清冽な溪流を維持す

ることである。それにより、湧水期にも安定した流量を維持し、山間部の人々のみならず、下流部の人々へも恩恵をもたらし、また、河川に豊富な水生生物が生息・生育し、鳥類の生息が見られる水辺環境とする。

農村・都市郊外部の水循環

農村・都市郊外部での環境保全上目指すべき健全な水循環の姿は、河川の恵みを利用した農業利水体系を維持し、水田、ため池、排水路の地下水涵養機能を十分に活かすことなどにより、安定した地下水位を維持し、水の流下経路において水質浄化機能を発揮・促進する。これら等により河川に豊富な水生生物が生息・生育し、鳥類の生息が見られる水辺環境とする。

農村部の丘陵地帯の林地及び谷戸を保全し、その湧水を源とする小川に自然河川としての姿と水の流れをつくり出す。

都市部の水循環

都市部での環境保全上目指すべき健全な水循環の姿は、それぞれの流域の特性に応じて異なってくるが、流域の雨水の浸透面を保全し、また、その浸透能力を高め、地下浸透量を増やすことにより、地下水位を上げ、湧水・地下水からの河川への自然の水の流れを増し、河川に豊富な水生生物が生息・生育し、鳥類の生息が見られる河川生態系を蘇生し、地域住民に潤いを与えることである。

また、地下水の涵養を進め地下水位を上昇させることにより地盤を安定化させるとともに、湧水時や災害時にもその地下水を利用できるようにしていけるようにしていく。

さらに、河川構造面での対策、雨水浸透や利用の促進による雨水流出の抑制、下水高度処理水の河川放流等による河川生態系の改善などにより自然の水循環の持つ恩恵を回復する。

(2) 健全な水循環の指標について

健全な水循環に関する具体的な目標を設定するためには、地下水と地表水との間の移動の状況、地下浸透や人工の水利用等による水収支の変化を定量的に把握することを基本とすべきであろう。

具体的には、昭和30年頃と現在の水収支を比較することなどにより、自然の水循環がどのように変化したかを把握した上で、損なわれた自然の水循環の恩恵を回復していくための定量的な目標を、それぞれの流域の状況に応じ、地域の意見を考慮して流域ごとに設定すべきである。

自然の水循環の恩恵を回復するための指標として、また、施策の実施効果把握のためにも有効と思われる水収支に関する指標として次のようなものが挙げられる。

- ・ 年間平常時流量（洪水時以外の河川流量）
- ・ 不浸透面積率（地面が道路や建物で覆われている割合）
- ・ 年間地下浸透量、浸透率（雨が地面にしみ込む量、または割合）
- ・ 年間洪水時流出水量（洪水時に河川等から流れ出る水量）
- ・ 年間地下水経由の河川流入量（平常時の河川流量から直接河川に流れ込む流量を除いた水量）

地下水の状態を示す指標として次のようなものが挙げられる。

- ・ 地下水位（不圧地下水位、被圧地下水頭）
- ・ 年間雨量に対する地下水取水率

なお、水循環の問題が明確な形で現われるのが渇水期の流量であり、水量が著しく減少した日数、瀬切れの発生した日数、湧水の湧出が停止した日数等も有効である。

これらの指標について継続的に調査することにより、水循環の回復の状況を評価し、次の段階の施策に発展させることが可能になろう。

5 . 健全な水循環の回復のための手法

健全な水循環の回復のための様々な対策手法があり、また、各地で種々の取組が行われている。流域の特性に合わせて適切かつ効果的にこれらの対策を組み合わせ、新たな健全な水循環を構築していく必要がある。ここでは、健全な水循環の新たな構築のための手法を紹介する。

(1) 大流域全体

水循環と利水・排水の調和を図るためには、流域全体をトータルに考えて、自然の水循環の恩恵が損なわれないように、効率的な水利用体系を構築していくことが必要である。このための施策の方向や活用し得る手法としては次のようなものがある。

健全な水循環を保つために、全流域において水需要を抑制し、水資源開発の負担を軽減する。このため、農業用水の循環利用の促進等による効率的利用、工業用水の循環利用の促進等による使用の合理化、節水器具の普及や下水処理水の再利用等による生活用水の効率的利用、雨水の生活用水としての利用などを進める。また、このことを通じて、流域変更を伴う表流水利用への負担も軽減していく。

また、河川水を取水・利用した後の排水を下流での水利用で活かせる形で排水し、速やかに河川に戻す。このように河川水を流下にしながら繰り返し利用すること等により豊富な河川水量を維持する。

(2) 山間部

山間部の健全な水循環を維持、回復していくためには、森林の公益的な機能を評価して、その保全、育成や適切な管理が必要である。このための施策の方向や活用し得る手法としては次のようなものがある。

森林の保全については、森林法による保安林、自然公園法による自然公園特別地域や自然環境保全法による自然環境保全地域等の土地利用に係る規制措置があるが、保安林の指定解除に当たっての水循環への配慮やこれら規制の受けない民有林の開発の抑制が課題である。保安林の買い上げ等による森林の公有化やナショナルトラスト活動などにより森林の保全を図りつつ上下流連携による森林整備などを推進していくことが重要である。

山間部の森林は流域の水源域として貴重であるが、それら森林の水涵養機能が十分に発揮されるよう管理を適切に行うとともに、「水源涵養林」としての指定を拡大していく。また、貴重な森林については公有化を進める。

例えば、古くは東京都による多摩川の上流域、また、横浜市による相模川上流の道志川流域での水源涵養林の育成施策等の例が挙げられる。また、木曽川や琵琶湖に関連した水源林の造林のため、木曽三川水源造成公社や滋賀県造林公社を設立し、その造林事業の費用の一部を下流の自治体が負担する仕組みが作られている。また、愛知県や福岡県では、森林整備のための基金を設立し、上流の森林整備等を行っている。こうした上流の水源維持のために下流の自治体が行う資金拠出に対して交付税措置が行われている。

森林の公有化には、国庫補助事業と都道府県単独での事業があるが、前者では、「地域環境保全林整備特別対策事業」や「公益保全林整備特別対策事業」などの制度がある。

一方、森林の水源涵養機能の保全を図るため、天然林の保全、人工林の管理の推進が必要である。また、各種補助制度による森林整備の推進、分収林制度、森林整備協定による森林の維持管理の推進などの林業を支援する措置が必要である。

森林の保全・整備については、森林法に基づく「森林整備協定」の手法もあり、北海道、長野県、岐阜県、愛知県、奈良県等で実施されている。

比較的最近の例では、神奈川県「水源の森林づくり」事業が挙げられるが、23,500haの民有地における民間の事業を20年計画で支援したり、県が借地して公的に整備する等の計画である。このため、県営水道の水道料金から1トン1円25銭を事業費にあてる仕組みを作っている。

林業を支援する措置として、京都府園部町の「森林及び農地に関する管理条例」（平成11年6月24日議決）が挙げられ、森林の所有者に適切な管理義務を規定している。

（3）農村・都市郊外部

農村・都市郊外部での川の流れを保全・回復し、また、地下水の涵養と地下水位を回復するために流域の貯留浸透・涵養能力を保全し、高めていく必要がある。このための施策の方向や活用し得る手法としては次のようなものがある。

農村部では、水循環上、貴重な緑地が開発の対象とされやすい。このため都市計画制度の活用や地方公共団体の条例により緑地を保全する措置が必要である。

また、雨水の浸透能力の大きい水田、畑地の無秩序な宅地化を抑制するためには、農業振興地域外の水田の盛土の規制や倉庫・駐車場等の整備のための土地利用転換を抑制するための措置が必要である。

農地以外については、緑の保全のため、都市計画法等に基づく土地利用規制を効

果的に活用すべきである。

さらに、規制のみでは土地所有者との合意が得難いこともあり、特に保全が必要な緑地、例えば、谷戸、林地、崖線の斜面緑地等については、買い取り等により公有化を図る必要がある。また、緑化に関しては、公共施設の緑化を積極的に推進する一方、民有地の緑化施策の推進も必要である。

以上に示す取り組みは、地域住民の理解と協力が無ければ実現が難しく、都道府県及び関係自治体を核にした流域住民の参加による合意形成と協力体制の構築が不可欠である。

さらに、地下水位を維持するためには、地下水取水の自主的な規制や地下水涵養を促進するための農業排水路の改善、休耕田等の活用が望まれる。また、使われなくなったため池を保全、活用する手法もある。休耕田や冬期の水田を湛水化し、それを地下水涵養池として利用する手法も挙げられる。

例えば、秋田県の六郷町のように、地下水涵養池を設置し、地下水位の維持を実験しているケースもある。熊本県・熊本市では、中流の水田により地下水が涵養され、地下水を下流の都市の水源として利用する一方、地下水涵養により安定した河川流量・水質を確保し、表流水を利用するなど、流域全体で自然の水循環と利水の調和を図っている。

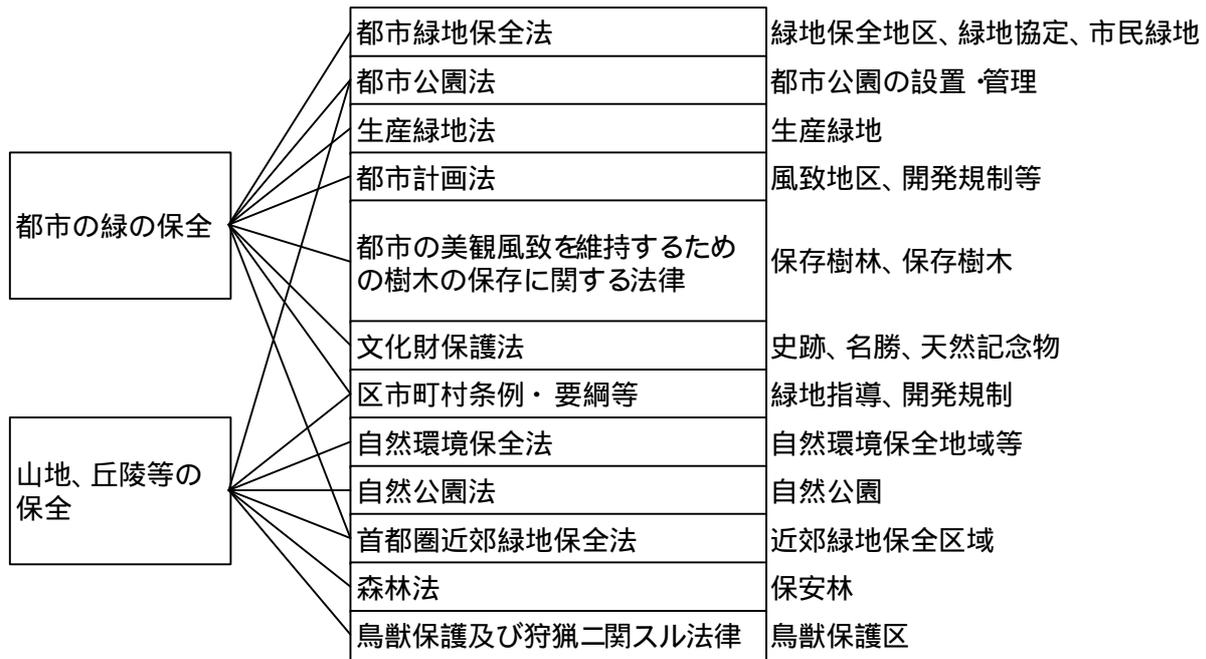
なお、農村部の宅地であっても、雨水地下浸透施設の整備・普及（浸透ます、浸透トレンチ、透水性舗装）は、都市部と同様に望まれる。

（４） 都市部

治水や下水道対策等とのバランスを考慮しながら自然の水循環の恩恵を少しでも増やしていく努力が必要である。このための施策の方向や活用し得る手法としては次のようなものがある。

都市部においては、都市計画制度を活用し、各区域の整備、開発又は保全の方針に水循環、特に地下水浸透機能を増進する観点を導入するとともに、緑地保全を含む土地利用に関する計画の策定、都市施設として公園緑地の適正な配置等の措置が必要である。流域の雨水の浸透・保水能力の保全・回復・増進のための施策として、「緑の保全」と「緑化の推進」がある。

関連する主要な法的体系についてとりまとめると次のとおりである。



都市部における緑化の推進に関しては、都市公園の整備促進を図るとともに、道路や学校等の公共施設における緑化を推進する必要がある。また、民有地についても、緑地協定の締結等の手法により、住民参加による緑化活動を支援する必要がある。

なお、地方自治体において、「緑化指導指針」を作成し、施設緑化の推進を指導したり、樹林地や農地の改変に際して緑地の確保を指導している等の事例が見られる。

地下水涵養に関する措置としては、「地下水位の維持」と「地下水涵養の促進」が挙げられる。

地下水位の維持には、地下水揚水の抑制、表流水への転換、地下構造物への漏水防止や地下水流動阻害防止等の手法がある。地下水使用の抑制に関しては、地下水未規制地域での地下水使用の合理化、新規の井戸の設置規制、既存井戸利用者の節水指導等の行政指導による対応が挙げられる。また、地下構造物への漏水として、下水管きよ、地下鉄、地下構造物等への漏水が挙げられるが、それらの漏水防止策の強化が必要である。開発に伴う地下水流動阻害への対策の例として、住宅都市整備公団による八王子ニュータウンの土地造成工事の例が挙げられる。

地下水涵養を促進するための措置として、雨水地下浸透施設の整備・普及、湧水の保全・回復、流出抑制型下水道の整備等が挙げられる。

雨水地下浸透施設として、浸透ます、浸透トレンチ、透水性舗装等があるが、浸透ますについては、先に事例として挙げた野川や白子川流域において多数設置され、今後も増やす施策が取られている。この浸透ますは、湧水のある河川流域での設置を支援することが望まれ、また、地下水涵養に効果的な地形、地質条件を考慮した設置支援が望まれる。

総合的な治水対策の観点から貯留・浸透能力を高めるため、公共施設や公的事业として宅地内の浸透ます等の設置の事業、新規宅地開発における貯留・浸透施設の設置や既存の調整池やため池の改良工事等を内容とする「流域貯留浸透事業」がある。

また、下水道では、雨水貯留機能を有する公共ます及び管渠の設置を促進する「下水道雨水貯留浸透事業」、宅地内の排水設備の雨水貯留・浸透機能の付加を促進する「雨水流出抑制施設整備促進事業」等もある。

下水道処理水が、河川の流量に占める割合が高く、その影響が大きいときは、下水処理水を高度処理し、河川に与える影響を緩和するような取り組みも重要である。

また、河川護岸等の三面張りを改善し、表流水と地下水の連携を確保するとともに、多自然型川づくりなど自然に配慮した河川改修を進めること等で水辺の自然環境を改善することにより水の流れと生物の共生を確保し、そのことにより地域に潤いを与えるようにすることが重要である。

さらに、湧水場所に蛍の生息環境を維持することなどにより、自然の水循環の貴重さを学び感じる場を確保することも重要である。例えば、野川では、野川公園と調布市佐須地区の野草園に「蛍の里」としてサンクチャリが整備されている。

以上の都市部の健全な水循環のための取り組みは、流域の観点から総合的に実施する必要があり、流域を総合的に見られる関係主体の関与が必要である。一方、それぞれの施策の多くは、実施主体が地方自治体であることもあり、住民の意見が反映される形で施策を構築し、地元の自治体を核として住民の理解と協力を得ることが不可欠である。

なお、流域によっては、水循環の回復に向け、住民等が自発的な研究会を設置している場合もあり、自治体は、そのような活動を積極的に支援していく必要がある。

6．具体的展開

(1) 国の取り組み

環境保全上健全な水循環を回復していく施策を推進していくには種々の困難が伴うことも考えられるが、関係省庁で知恵をしぼり積極的に対応していく必要がある。

環境保全上健全な水循環を回復するため、先ず流域の住民及び自治体が自然の水循環系の現状について診断し、その問題点を認識して、より健全な水循環の回復に向けた計画を作成し、実行することが重要である。国は、そのような流域の自治体等の取り組みを技術的、財政的に支援していくとともに、関連する各種施策を実施する。

また、関係省庁が連携して、森林、緑地、農地等及び雨水貯留・浸透施設が持つ地下水涵養機能を定量的に把握する手法などの水循環の診断・評価手法を確立するとともに、流域の保水浸透機能の増強、水利用の効率化、水の循環利用の促進を図るための制度や情報提供のシステムを整え、環境保全上健全な水循環構築のための自治体の施策を支援する。

国は、水循環に関する技術開発を進め、また、民間による開発について支援するとともに、各種の施策の費用対効果、浸透効果、効果の継続性に係る研究を行い、その成果を関係する各主体間で共有できるようにすることが重要である。

(2) 流域ごとの水循環保全計画の策定

流域における水循環の回復のための取り組みを効果的に行うためには、流域の特性に応じ、流域内の行政・住民・事業者等の各主体が連携し、それぞれが主体的に取り組むことが必要である。

この中で、水循環の保全に向けた計画を策定することは、行政に期待される重要な役割の一つであり、この計画は、都道府県、国の出先機関等の所轄行政機関が流域の状況に応じて策定するのが妥当であろう。都道府県等は、水収支に係る利用可能な情報の蓄積、流域の自然及び社会経済条件や、水循環の回復に対する要請、緊急性の高さなども考慮して水循環保全の必要性の高い流域ごとに順次、水循環保全計画を策定していくことが望まれる。

複数の都道府県にまたがる流域の場合は、単独の都道府県により水循環の回復に向けた計画を作成、実行することは困難である。このため、流域の関係行政機関が連携し、流域全体としての水循環の把握・診断、目標の設定を行い、水循環保全計画を策定していくことが望まれる。

この水循環保全計画は、現状の水循環の診断、流域全体及び地区特性単位の望ましい水循環像とその実現に向けた施策体系、対象地区の保全や施設整備に関する具

体的な目標の設定、その目標の実現のため実施すべき施策・プロジェクト等によって構成される。

水循環保全計画の構成

水環境保全計画は、以下のような内容を含むことが望ましい。

- 1 計画地区の状況と計画地区単位の設定
- 2 現在の水循環の状況
- 3 水循環の診断
- 4 目標とする水循環
- 5 水循環保全対策
 - ・ 長期目標と中期目標
 - ・ 対策の有効性と優先順位の設定
 - ・ 対策と対象地区
 - ・ スケジュール
- 6 対策効果の検討
- 7 対策の推進の枠組み

(3) 流域住民等の自主的な取り組みの推進

水循環は、流域の自然条件、社会経済活動の状況、水に関する歴史的背景等、流域により千差万別であるため、具体的な施策は、流域ごとに異なる。

このため、流域ごとに効果的な施策を、流域内の行政・住民・事業者等の各主体が連携し、それぞれが主体的に取り組むことが必要である。

具体的には、流域内の各主体が健全な水循環に関する理念と流域の問題点に関する認識を共有し、各主体の役割分担を踏まえ、住民・事業者が自主的に取り組むことを推進するとともに、自治体も含めた連携が必要である。

これらの取り組みを推進し、各主体の合意において、流域ごとに健全な水循環の構築に向けた計画の策定が望まれる。

(4) 水循環保全計画の策定等に当たっての関係主体の協力

計画作成に当たっては、関係行政機関、流域住民等から構成される流域協議会を設置することが望まれる。地域の特性に応じ、水循環の多様性を計画に活かせるよう、流域住民等の意見を積極的に取り入れていく仕組みを検討する。

また、施策を展開する上では、住民、利水者、企業、学識経験者、NGO 等の流域における関係者の主体的な対応が不可欠であり、その協力体制を確立することが望まれる。

7. あとがき

ここでは、環境基本計画の見直し作業の一環として、「環境保全上健全な水循環の確保のあり方」について検討を行った。

「環境保全上健全な水循環」については、現行の環境基本計画の策定後、中央環境審議会（水質部会・地盤沈下部会）において、それに関する基本認識及び施策の展開について意見具申を行った経緯がある（平成 11 年 4 月）。

今回は、この意見具申で示された環境保全上健全な水循環の捉え方等を踏まえ、水循環に変化を加えてきた歴史を振り返るとともに、具体的な流域を対象として主に高度経済成長前と現在との水循環の変化の状況を確認した上で、今後の施策の具体的展開について検討を加えた。

今後は、それぞれの流域における具体的な施策の実行が重要となる。その際、水循環の現況を把握することが基本となるが、特に地下水の流れについては、従来、必ずしも十分な調査が行われてこなかったこともあり、まず、こうした調査が進むことが期待される。

この検討においては、水循環という水の流れに着目した検討を行った。しかし、いうまでもないが、良好な水環境と地盤環境の保全のためには、従来の環境基本計画にも示されているように、環境基準等の目標の達成・維持等をまず念頭におきつつ、有機汚濁物質や化学物質の対策等を進めることも不可欠である。特に、閉鎖性水域における水質問題については、このような水の流れの視点をも考慮した総合的な負荷削減対策の推進も重要である。また、そもそも流域内における人間活動からの負荷の排出が、流域内で自然の持つ自浄能力の範囲内であるのかという論点が提起されたが、本報告では、健全な水循環を取り戻していくことにより、少しでも流域の自浄能力を回復していくという観点に立ちその問題を取り扱っている。いずれにしても、他の環境問題への対応と同様に、我々のライフスタイルそのものの変更が求められる場面も生じてこよう。次期環境基本計画の見直しに際しては、このような点についても十分検討考慮し、必要な措置を記述していくべきであるとの強い指摘が本検討チームの審議の際にあったことを付言しておきたい。

21 世紀の人類にとって、「水」は従来にも増して重要な課題の一つになることは、世界共通の認識となっている。我々は、良好な水環境と地盤環境の保全のため、幅広い取組を行っていく必要がある。今回の検討が、それに向けた一つのステップとなれば幸いである。

参考資料

1. 「平成 11 年版 日本の水資源」(国土庁長官官房水資源部編、大蔵省印刷局、平成 11 年)
2. 「利根川百年史」(利根川百年史編集委員会編、建設省関東地方建設局、昭和 62 年)
3. 「土地白書 平成 11 年版」(国土庁、大蔵省印刷局、平成 11 年)
4. 「近代水道百年の歩み」(近代水道百年の歩み編集委員会、(株)日本水道新聞社、昭和 62 年)
5. 「水道統計 施設・業務編」(社団法人 日本水道協会)
6. 「工業統計表 用地用水編」(通商産業大臣官房調査統計部編)
7. 「平成 11 年 日本の下水道 その現状と課題」(建設省都市局下水道部監修、(社)日本下水道協会、平成 11 年)
8. 「電気事業便覧 平成 9 年版」(通商産業省資源エネルギー庁公益事業部監修、日本電気協会、平成 9 年)
9. 「平成 10 年度 建設白書 - 次世代に向けて - 」(建設省編、大蔵省印刷局、平成 10 年)
10. 「農業農村整備の全容 平成 7 年度」(農林水産省構造改善局建設部監修、公共事業通信社、平成 8 年)
11. 「図説農業白書 - 国民のくらしといのしを守食料・農業・農村 - 平成 10 年度」(農林統計協会、平成 11 年)
12. 「林政の基本方向と国有林野事業の抜本的改革(最終報告)」(林政審議会 平成 9 年)
13. 「世界農業センサス」(農林水産省経済局監修、農林統計協会)
14. 「図説林業白書 平成 10 年度」(農林統計協会、平成 10 年)
15. 「水と日本農業」(緒方博之編、(財)東京大学出版会、昭和 54 年)
16. 「明日の利根川」(山崎不二夫編著、(社)農村漁文化協会、昭和 61 年)
17. 「首都圏の水 その将来を考える」(高橋裕、(財)東京大学出版会、平成 5 年)
18. 「岩波講座 地球環境学 水循環と流域環境」(高橋裕・河田恵昭編、(株)岩波書店、平成 10 年)
19. 「都市と水資源 水の経済学」(華山謙・布施徹志、鹿島出版会、昭和 52 年)
20. 「利根川水循環系における河川と地下水を一体とした水利用に関する研究」(星畑国松、大阪大学大学院学位論文、平成 11 年)
21. 「琵琶湖・淀川を美しく帰るための試案」、「同 提言」(琵琶湖・淀川水環境会議事務局、平成 8 年)
22. 「熊本の地下水を次世代に 熊本地域地下水総合保全管理計画」(熊本県・熊本市)
23. 「健全な水循環へ向けて」(高橋裕、農土誌 68(2)小特集・流域における健全な水循環()- 1、平成 12 年)
24. 「水源地域の森林の整備について」(本山芳裕、水利科学 229、第 40 巻第 2 号、平成 9 年)
25. 「水と緑を守農林水産業(地域環境の再生をめざして)」(清水/農林中金総合研究所編著、東洋経済新報社、平成 6 年)
26. 「変わりゆく日本の山林」(高田浩一、都市文化社、平成 11 年)
27. 「平成 8 年度水源の森林づくり調査報告書 抜粋 森林整備の事例」((株)浜銀総合研究所、平成 9 年)
28. 「1996 日本河川水質年鑑」(建設省河川局監修、(社)日本河川協会編、(株)山海堂、平成 10 年)
29. 「身近な川について考えよう(不老川流域編)」(建設省荒川下流工事事務所監修、(財)リバーフロント整備センター、平成 10 年)
30. 「熊本地域地下水総合保全計画」(熊本県・熊本市)
31. 「日本の都市 - 昭和 58 年度版 - 」(建設省監修、都市行政研究会編集、(社)建設広報協議会、昭和 58 年)

32. 「身近な川について考えよう(白子川流域編)」(建設省荒川下流工事事務所監修、(財)リバーフロント整備センター、平成10年)
33. 「井戸と水みち 地下の環境を守るために」(水みち研究会、(株)北斗出版、平成10年)
34. 「新しい全国総合水資源計画(ウォータープラン21) - いつでもいつまでも瑞々しい国土を目指して - 」(国土庁編、大蔵省印刷局、平成11年)
35. 「都市の水循環再生に向けて」((社)雨水貯留浸透技術協会、平成10年)
36. 「東京都水辺環境保全計画」(東京都、平成5年)
37. 「東京都水環境保全計画」(東京都、平成10年)
38. 「東京都水循環マスタープラン - 望ましい水循環の形成を目指して - 」(東京都、平成11年)
39. 「98 建設行政ハンドブック - 建設省の事業・制度のすべて」(建設大臣官房政策課/会計課監修、建設政策研究会編著、(株)大成出版社、平成10年)
40. 「山村の保存と森林・林業」(堀靖人、(財)九州大学出版会、平成12年)
41. 「森林の明日を考える」(日本弁護士連合会公害対策・環境保全委員会編、(株)有斐閣、平成3年)
42. 「埼玉県中川水系における農業用水の地域水循環と諸機能」(峯岸正人・市川近雄・谷内功・大久保義美、農土誌68(2)小特集・流域における健全な水循環()-6、平成12年)
43. 「水と日本農業」(緒形博之編、東京大学出版会、昭和54年)
44. 「農業農村整備の全容 解説編 平成4年度改訂版」(農林水産省構造改善局建設部監修、株式会社公共事業通信社、平成5年)
45. 熊本グリーンページ「白川」、URL: <http://www.kumnich.co.jp/sinnen>
46. 神奈川の水源の森林づくり、URL: http://www.ny.airnet.ne.jp/k_sinrin/suigen