

河川に係わるソシオエコシステムの基礎的検討

研究第二部 主任研究員 森 貴 史
研究第二部 次 長 関 克 己

1. はじめに

地球規模の環境問題が現実のものとなりつつある現代社会において、今、環境への負荷を小さくした持続可能な循環型社会の形成が求められている。このような循環型社会の形成に向けて、水循環においては物質循環の骨格を担う河川は大きな役割を担っている。また、わが国の環境と文化を育んできた川を今後とも健全に保ちつつ、後世への遺産として誇りを持って残していくためにはこの循環が大きな課題ともなっている。

循環型社会についてはエネルギー消費量の視点からの消費量の抑制や縮小、発展（開発）と自然保護との関係、希少・貴重な生物の保護や自然環境への人間の関与のあり方といった幅広いとらえ方があり、さらに地球規模、国家、地方、個人等の対象とする循環の空間的規模のとりえ方も含めた幅広い議論がなされている。循環型社会とそこにおける河川の役割についても多様かつ広範な議論がなされ、錯綜している状況もある。このため、幅広い課題を包含する考え方あるいは規範により位置づけを明らかにしていくことが大切になっている。

本研究はこのような背景のもと、ソシオエコシステムを規範として、河川と河川に係わる人間の活動をこの視点から位置づけるとともに、様々な相互関係を因果関係の連鎖として整理することを通じ、新たな河川のあり方をその評価を検討しようとするものである。

ソシオエコシステムとは、「水の環境・文化懇談会」*の提言の一つであり、社会(social)、生態系(ecosystem)、経済(economy)の複眼的な視点からなるシステムであり、ソシオ・エコ・エコシステムともいえ、社会的、文化的、

生態的観点を踏まえた持続的発展を可能にするダイナミックな社会システムである。

*「水の環境・文化懇談会」は広範な分野の学識者の方々に、平成4年12月から平成5年5月まで5回にわたり、これからのあるべき河川行政の哲学や、地球環境問題などを視野に入れつつ、水の環境・文化という視点から今後の河川行政のあり方について自由・活発な議論を行っていただいたものである。（「川」(財)リバーフロント整備センター編集 山海堂）

2. 河川におけるソシオエコシステム

2.1 ソシオエコシステム導入の背景

(1) 環境問題の動向

人間は自然環境の生成物（資源）を利用して経済発展を続け、その過程で廃棄物や排ガス・排水等を排出することによって人間活動の基盤となる環境に影響を与え、環境を改変してきた。自然環境は復元能力を持っており、人間の与えた働きかけが自然環境の復元力の範囲内にあるならば、自然の生態系のシステムは保全されていくことになる。しかし、近年の人口の増大や社会経済活動の拡大の結果、現在では、人間の諸活動によってもたらされる環境に対する働きかけが、自然環境のもつ同化・吸収能力を超え始めたといわれている。

世界の人口は、1900年の16億5千万人から1990年には53億人と約3.2倍に増大し、国連の中位推計によれば、2050年には100億人を突破するものと予測されている。また、世界の経済規模は1950年から1990年の40年間に約5倍、世界の一次エネルギーの供給量は4倍、肥料使用量は9倍までに拡大している。

図-2.1に環境庁が試算した、日本における

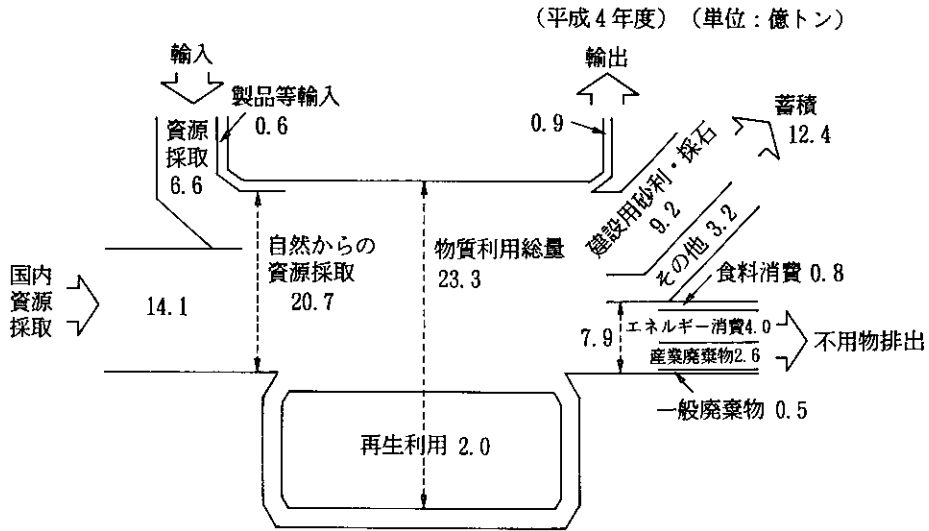


図-2.1 日本の平成4年度のマテリアル・バランス (物質収支)
 [出典: 「環境白書 (平成6年版)」]

物質収支を示す。平成4年度(1992)では、国内で14.1億トン、国外で6.6億トンの資源が採取され、約6千万トンの製品輸入と併せて21.3億トンが日本の経済活動に投入されている。この結果、7.9億トンの不用物が廃棄物や廃熱として排出され、再生資源として再び投入されたのは初期投入量の10%にすぎないわずか2億トンであった。また、蓄積された12.4億トンもやがては不用物となって廃棄されたこととなる。

人間活動が量的に拡大したり、質的に変化するなどして、資源を過剰に消費したり、環境の同化能力を超えて廃棄物の排出を行ったときに、環境に対してその容量を超えた負荷が加わって様々な環境問題が発生する。このような環境問題は、近年はオゾン層の破壊や地球温暖化など地球規模へと拡大を見せ、次世代への影響も懸念される事態となっている。

(2) 河川をとりまく環境の変遷

日本人と川との関係は、古くは農業を通じてのものであった。輪中堤や霞堤防等によって氾濫原の未利用地を水田として取り込んでいく

ど農耕地、居住地の拡大のための治水工事も行われるようになり、江戸時代にはいと新田開発や灌漑用水の確保のための流路の付け替えなど大規模な土木工事が全国各地で行われた。

明治期にはいと外国人技術者を招いて、近代的な河川技術が導入され、主要な河川は国の直轄事業として改修されるようになった。鉄道網の整備とともに河川舟運の相対的な地位は急激に低下していき、河川の整備は水害の頻発もあり、むしろ洪水の防止のみに主眼が置かれるようになっていった。

昭和30年代に入ると急速な社会経済の発展に伴い、人口の都市への集中とそれに伴う氾濫原の開発が進み、保水機能・遊水機能が低下し、治水安全度が低下した。それを補うために様々な治水事業が行われたが、流下能力を最大化することと維持管理を少なくさせることに比重が置かれたため、蛇行している河川を出来るだけ直線化し、河床の安定のために根固工を設置し、河岸の防御に護岸工を設けるなどの整備が主流であったため、河川生態系や生物への配慮が十分になされないところがあった。一方、水循環

の阻害にも一層の拍車がかかった。上水道の普及によって、河川水が貴重な飲み水であるという意識は、特に都市部の住民の間で急激に薄れていき、都市化の進行による河川の水質汚濁とも相まって、小河川を埋立てたり上にふたをかぶせて道路や駐車場にして街の風景から河川そのものが消えていき、人々の河川に対する関心の希薄化を招く結果ともなった。そして古くから培われてきた河川環境と人間の共生関係の消失がみられている。

2.2 河川におけるソシオエコシステム形成の考え方

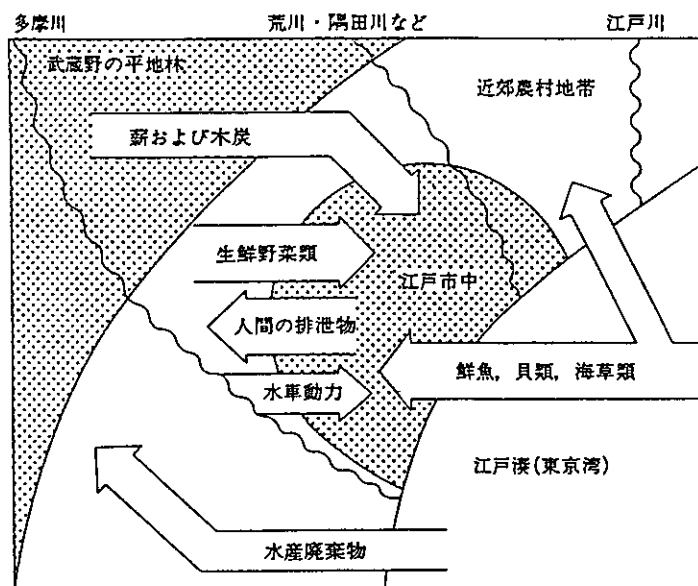
(1) ソシオエコシステムの事例

現在の日本は「大量生産—大量消費—大量廃棄」型の生活文化が定着している。しかし、過去に目を転じてみると、人間がこれまで経験してきた生活文化や地域に伝えられてきた民俗、伝統文化の中にもソシオエコシステムの要素を見いだすことが出来る。

図-2.2 に江戸時代および明治初期の東京のエコシステム概念図を示す。江戸時代には現

在と比較して物が少なかったこともあり、使える物は徹底的に再利用・再生利用されていた。人間活動から出る排出物についても、し尿は買い取られて農耕地の肥料となり、食物の再生産に利用されていた。稲ワラや刈り草は現在のように焼かれることは少なく家畜の糞尿とあわされて堆肥とされ、自家肥料として利用されていた。生活排水も水使用のための様々な掟（ルール）が厳密に守られた上で、河川や海に流され、魚介類の栄養源となっており、決して水環境を汚染するものではなかった。このように人間にとっての不用物は、生物間の相互依存関係の中で利用されていた。

生物資源についても、天然資源の保存・利用の仕方が今日とは異なっていた。例えばサケの産卵期の最盛期以降には禁漁とする規則が守られてきた地域もある。河川敷に自生していたヨシやカヤは、ヨシズや茅葺き屋根の原材料として利用するために刈り取られ、それと同時に河川から栄養塩類を除去することともなって、水質浄化にも役立っていた。森林についても共有



出典：玉野井芳郎・室田 武・樋田 敦「永住する豊かさの条件」

図-2.2 江戸時代および明治初期東京のエコシステム概念図

林として、薪や肥料となる落ち葉、下草を利用し、生活の中で密接に係わり合う一方、勝手に改変することを禁じたり、利用時期や採取量を制限する入りの規則があった。これによって共同体全体の利用や次世代の利用が確保されていくとともに、人間の手が加わって森林が管理されていくことによって、土砂崩れや水害の防止にもなり、さらには野生生物の生活場所を提供するなど、人間と多様な生物が恵みを与えあう共生の場を形成していた。

それと同時に、当時の人々は長い経験の中から自然や生態系についての豊富な知識を身につけており、自然と共生しながら自然を利用していくという価値観を持っていたと考えられる。そのため、自然生態系の再生能力や自浄能力の限界も自ずと理解し、自然界のサイクルに自分たちの生活を合わせて自然界の資源を利用してきたということが出来るであろう。

現在の我々の生活水準や経済活動を、江戸時代に引き戻すことは出来ない。しかし、現在の様々な生活の中にもソシオエコシステムを見いだすことは可能である。

河川に関連して行われている取り組みで、ソシオエコシステムとして位置づけられるもの、または今後ソシオエコシステムとして成熟する可能性のあるものとして、表-2.1に示す事例がある。これら事例は一例であり、今後のソシオエコシステムを考える場合、循環・共生・経済性を踏まえた有効な方策を実現していくことが望まれる。

(2) ソシオエコシステムの形成の条件

今後、有効なソシオエコシステムを実現していくために、河川のソシオエコシステムの形成に関わる物質循環、水循環と社会経済面からみた課題を概観する。

① 物質循環、水循環からみたソシオエコシステムの形成条件

河川はその流水的作用によって溶存物質や懸濁物質を上流から下流へと移送する場である。それと同時に河川はそこに生息する様々

な生物によって汚濁物質を分解・除去する能力も持っている。山地溪流では落葉などによって有機物が供給・生産され、微生物や底生動物によって捕食・分解され、さらに高次の捕食者に利用される物質の循環系が形成されている。図-2.3に河川における物質の循環を示す。

物質循環では、河川は閉鎖系ではなく、流域からの影響を強く受けている。物質の動きは、河川の場合での循環、減少、蓄積、移動に分類できる。ソシオエコシステムの形成には、これら物質の動きすなわち、自然系の動きと人間活動による動きを定量的にとらえることにより課題が明らかとなり、有効な方策をとることが可能となる場合があると思われる。定量的な検討にあたっては、物質の量的な把握のほか、それに係るエネルギー量の把握がであろう。

河川の流域における水循環は、自然の循環系に加えて、水資源開発施設、供給・輸送施設、排水処理施設等人為的な循環系によって形成されている。この循環系の中で水は、取水・排水、水利用者の循環的利用などを通じてその形態を変化させつつ再生されながら利用されている。

水の循環では、河川の生態系を保持するための河川流量の維持や、河川水質の維持のほか、水が持つエネルギーの有効な活用がソシオエコシステムの形成のために考えられる。

② 社会経済面からみたソシオエコシステムの形成条件

過去における河川と人間生活の係わりを概観すると、人々は河川からの生成物を毎年持続可能な範囲内で利用していた。

現在ではこのような利用が一般に行われることはほとんどなくなっている。その理由としては、現在の社会経済や技術の発展によって、性能や経済性においてはるかに優れた商品が、容易に入手出来るようになったこと、また、利便性や快適性を重視した生活様式の

表-2.1 河川で実施または実施を検討しているソシオエコシステムの事例

事 例	事 例 の 概 要
緑化廃材の堆肥化の検討	河川公園等の維持管理に伴い発生する緑化廃材は、従来埋め立て等により処分されていたが、ごみの減量と資源リサイクルのため、堆肥化を検討している。堆肥は公園内の土壌改良材としての利用が考えられている。(国営木曾三川公園にて検討中)
ダム貯水池の浮遊ごみの堆肥化・リサイクル	ダム貯水池に流入する流木・草・空き缶・プラスチック類等の浮遊ごみを回収・分離し、金属・プラスチック類は処理場で処分し、植物等の有機質は堆肥化している。(東京電力が信濃川水系、利根川水系、酒匂川水系の6ダムで実施)
ホテイアオイ栽培回収による水質の浄化	湖沼でホテイアオイを栽培し、回収することにより窒素・リンを回収し、水質を浄化する。回収したホテイアオイは、農家に肥料として引き取られている。課題としては、除去量が、流入量に比してわずかであることがあげられる。(手賀沼で実施)
アオコの肥料化	湖沼の水質浄化対策の一環として行っているアオコの回収・処分で、従来の最終焼却処分に変え肥料化を行った。アオコの回収・前処理は工事事務所が実施し、有機肥料の製造・販売は民間会社が行う。課題としては、年により生産量の変動があること、販売価格が高いことなどがあげられる。(霞ヶ浦で実施)
糸状藻類による富栄養化対策	自然の河川に一般的に生育している糸状藻類を活用して、ダム、湖沼等の流入河川での窒素・リンの富栄養化対策を行うことで実験を行っている。糸状藻類は魚類や家畜の飼料として利用することが考えられる。(建設省土木研究所で実験中)
ヨシによる植生浄化	湖沼の流入支川にヨシ原を設け、ヨシによる窒素・リンの吸収、沈澱効果等により水質浄化を図る。(霞ヶ浦流入支川で実施)
上向流木炭浄化法による水質浄化	木炭表面への浮遊性物質の接触沈澱と付着生物膜による生物酸化を利用した水質浄化であり、維持管理が容易で、エネルギーはほとんど要しない。風倒木、間伐材の利用が可能である。課題としては、定期的なメンテナンスが必要であること、汚泥の処理・有効利用の検討を要することがあげられる。(建設省近畿技術事務所で行った実験・検討中)
木炭等を利用した水質浄化	石、椎茸原木の廃材、特殊加工した木炭等現地で入手しやすい素材の組み合わせで浄化槽を設置している。(高知県十和村で実施)
風倒木を利用した護岸	水路、小河川等の護岸に風倒木や間伐材を再生利用している。(北海道の排水路、小河川で実施)
風倒木・間伐材等による木工沈床工	水路、小河川等の護岸の沈床に風倒木や間伐材を再生利用している。漁礁効果も期待できる。(北海道忠別川で施工)
コンクリート解体材の堤防への利用	建設業から発生するコンクリート構造物の解体材のうち、直径20cm～40cmのものを堤防の床固め等の代用とし利用する。(一部の河川で実施)

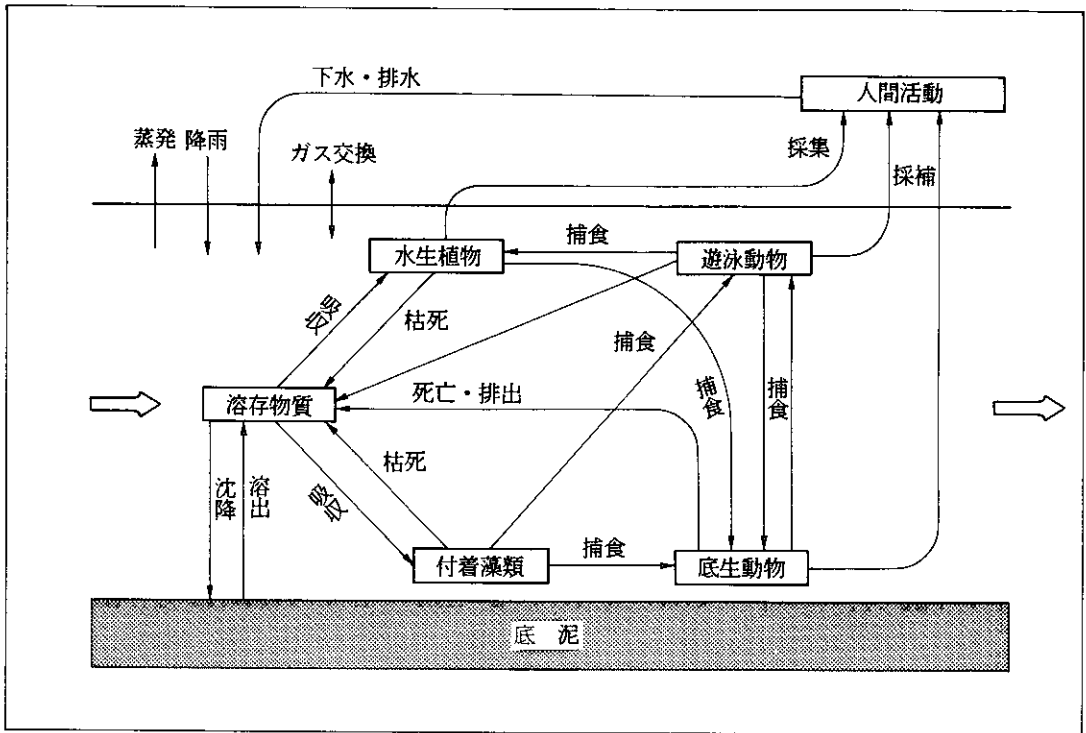


図-2.3 河川における物質循環

変化をあげることが出来る。

現代の社会経済システムでは環境への価値評価が難しいこともあって、商品の価格に反映されていない。このため、環境への配慮を行った方が環境への配慮を行わないものよりもコストがかかる場合が多いことなどから、環境への負荷低減の活動を躊躇する例も見受けられる。例えば、個人レベルで見ると一般廃棄物の処理については地方公共団体が税金によって行っていることから、廃棄物を大量に排出する人と減量の努力をした人との間に負担の差が見られない場合が多い。

環境への負荷の増大を誘発するような行動には、環境へのコストが適切に反映されるような社会・経済のシステムづくりが今後求められていくと考えられる。一方、環境への負荷を減少させる行動も、単純な社会資本の整備に終わるのではなく、その行動を通じて何らかの経済的なメリットが発生することが望

まれる。

現在河川で見られるソシオエコシステムを見ると、人間活動を中心とすると図-2.4のようになる。

2.3 河川植物によるソシオエコシステム

河川堤防では、法覆工の機能を維持すること、河川巡視によって堤防の状況を迅速かつ正確に把握すること、景観・環境を保全すること等を目的として、毎年、何回か堤防除草を実施している。除草された刈り草は、主に焼却処分されている。刈り草については、今までにその有効活用策として、堆肥化、製紙材料としての検討などが、各地方建設局等で行われてきている。現在、建設省においても植物廃材の堆肥化のための技術的検討が進められているところである。

有効活用策のうち、例えば、刈り草の堆肥化は、現在の焼却に変えて主に土壌改良材として植栽地、園地または農地などに返す方法であ

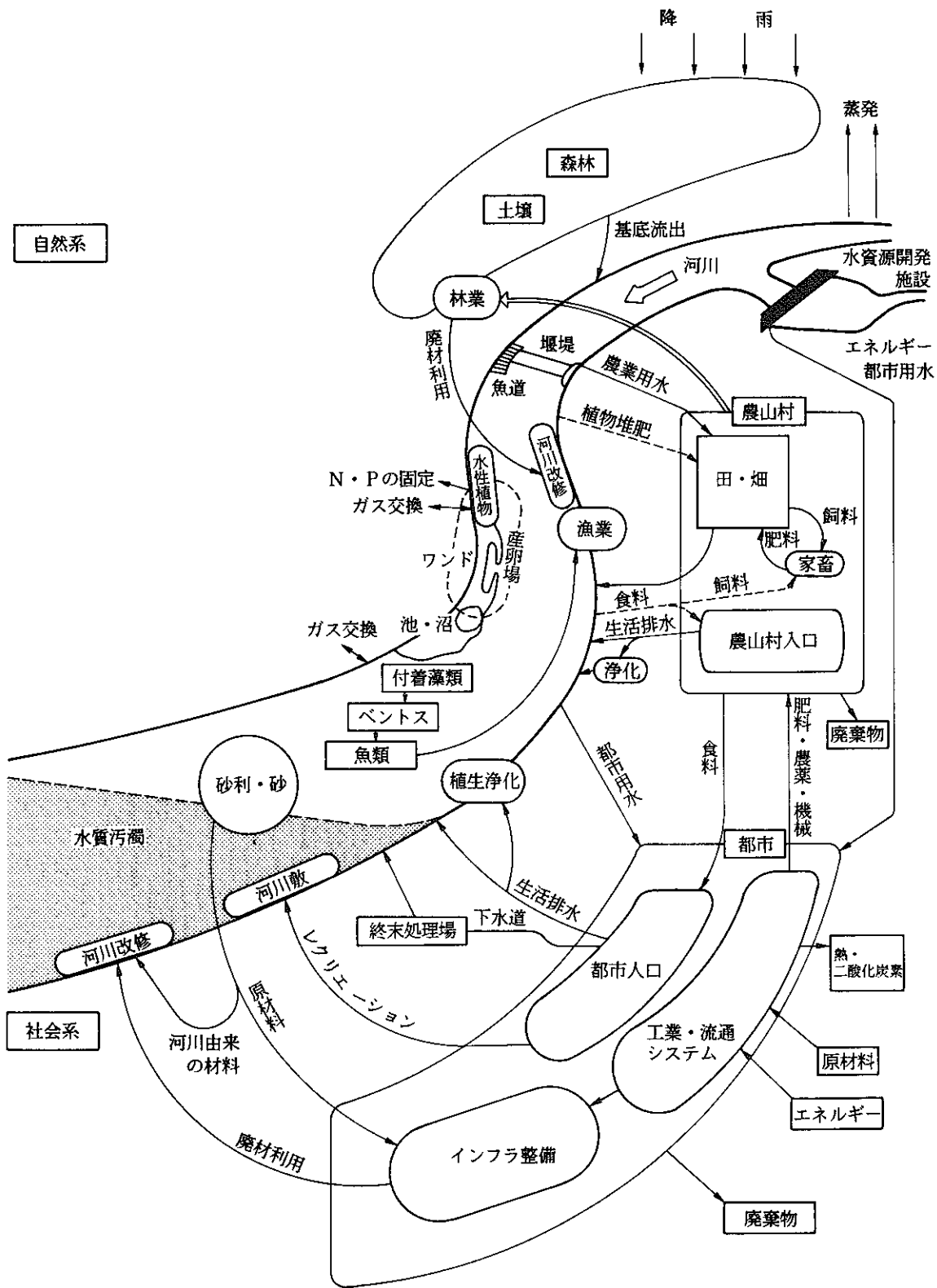


図-2.4 人間活動を中心とした河川におけるソシオエコシステムの関連図

り、具体化の可能性の高いソシオエコシステムの例である。

本調査では、ソシオエコシステムの対象である刈り草の現状と課題を調査することとし、河川関連の全国各工事事務所に対してアンケート調査を行った。調査内容は、①堤防除草の時期、②除草面積、③刈り草の処分方法、④処分費用、⑤処分に関する現状の問題点である。上記のうち、除草面積、刈り草の処分方法、処分に関する現状の問題点について以下に示す。

(1) 除草作業面積

除草作業が実施されている対象面積は、全国で延べ約585.4km²となっており、1回刈りから5回刈りが行われている箇所までである。延べ施行面積が最も大きいのは関東地建管内で、166.8km²で、全国の28.5%を占め、次いで北海道開発局が125.8km²で21.5%と、この2地建で約50%を占めている。

(2) 処分方法

地建別の刈り草の処分方法別の処理面積を図-2.5に示す。

実際に行われている処分は、大部分が現場放置か河川区域内での焼却処分であり、この両者で全処理面積の98.7%を占めている。

表-2.2 地建別延べ施工面積

地建名	延べ施工面積 (km ²)
北海道	125.8
東北	81.4
関東	166.8
北陸	44.3
中部	39.4
近畿	28.1
中国	27.9
四国	17.9
九州	53.8
合計	585.4

また、公共の清掃工場等に処理を委託しているのは、対象となった92工事事務所の中でわずかに2工事事務所に過ぎず、処理面積もごくわずかであった。業者委託や飼料・肥料等を含むその他の処分も全体の1.7%と非常に少ない。

(3) 現状の問題点

各地建の処理に際しての問題点を図-2.6に示す。

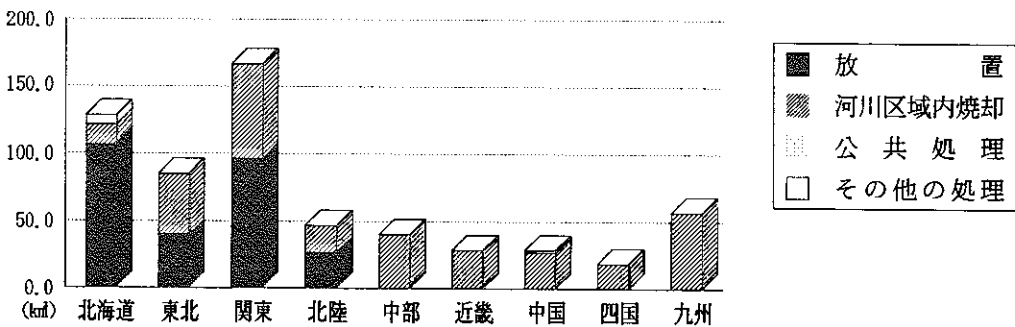


図-2.5 地建別の処分方法別面積

周辺の住民からの苦情があるが92工事事務所中50工事事務所（54.3%）、焼却場所の選定が困難であるが41工事事務所（44.6%）である。とくに住民からの煙害等の苦情について、関東地建では12工事事務所中10工事事務所（83.3%）、近畿地建では11工事事務所中8工事事務所（72.7%）と人口が密集している地域で多い傾向がみてとれる。

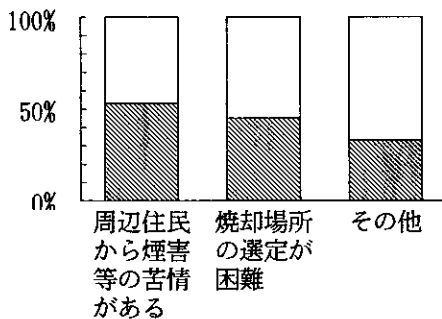


図-2.6 河川区域内焼却の問題点

3. 今後の検討課題

3.1 ソシオエコシステムの適切な評価方法の確率にむけて

負荷の低減や資源の循環のための手法が単一であるとは限らない場合、どの手法が最も望ましいかについて評価し、かつ、第三者がその取り組みの軌跡を検証できるように評価の過程を明確にしておくことが必要である。

評価の項目としては、以下のようなものが考えられる。

- ① 物質循環の面からの評価
- ② 環境への負荷低減の面からの評価
エネルギー消費・熱の排出量、周辺住民への影響など
- ②' 環境容量（許容容量）に対する実負荷量の大きさ（比率）による評価
- ③ 経済的な面からの評価

3.2 河川植物によるソシオエコシステムの実現にむけて

建設省が平成7年度から始める堆肥化の実証

プラントによる試験結果もふくめて、今後、実用化に向けて詳細な検討が必要となる。

- ・水質汚濁、悪臭の発生といった周辺環境対策の検討（環境アセスメント項目・基準等の決定）
- ・周辺環境も考慮した立地選定や堆肥の製造工程（処理方式）の決定
- ・施設の効率（廃材の量、発生時期）も考慮した施設の構成や配置計画の検討
- ・建設コスト・運転コスト、稼働率など事業化についての可能性の検討
- ・道路・公園など河川以外から発生する植物廃材（剪定樹木等）を混在して処理する場合の処理方法の検討
- ・製品の利用拡大にむけての整備