

### 30. 地域有機物循環を実現する環境改善事業の設計と評価システムについての考察

#### ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PLANNING AND THE EVALUATION SYSTEM FOR THE CONSTRUCTION OF REGIONAL ORGANIC RECYCLING SYSTEMS

藤田壮\*・吉本國春\*・中田正明\*\*・鈴木進一\*\*\*・横山智子\*\*\*・山口安幸\*\*\*\*

Tsuyoshi FUJITA\* , Kuniharu YOSHIMOTO\* , Masaaki NAKATA\*\* ,  
Shinichi SUZUKI\*\*\* , Tomoko YOKOYAMA\*\*\* , Yasuyuki YAMAGUCHI\*\*\*\*

ABSTRACT ; While sustainable region is a common pressing target for a municipality, Okayama Prefecture was adopted for its Eco-town project in 2004. This paper reports interdisciplinary research actions for the Eco-town, which contemplates identifying environmentally sound technologies for mainly wood wastes such as activated charcoals as well as developing them into utility products and establishing the integrated river basin management frameworks and decision support tools. Firstly, water environments of down-stream regions of Okayama Prefecture are identified as critical local environmental concerns. Secondly, activated charcoals are experimented, as focal innovative environmental technologies, for its absorbing and dissolving functions for organic contaminants. Finally, integrated environmental material flow assessment system is designed tentatively.

KEYWORD ; Okayama Eco-town, Activated Charcoal, Integrated River Basin Management

#### 1 はじめに

岡山県は、平成 13 年 12 月に全国に先駆けて「岡山県循環型社会形成推進条例」を制定し、廃棄物等の発生抑制や、資源の循環的な利用、適正処理の確保を目指した各種取組みを推進している。平成 16 年 3 月 29 日には、その条例の実行計画となる基本構想として、「岡山エコタウンプラン」が経済産業省と環境省の共同承認を受けたところである。

本プランでは、環境ビジネスを地域産業の基軸とし、先進的な「環境と調和したまちづくり」を推進すべく取組みのひとつとして、「木質系廃棄物の炭化技術によるリサイクル事業」を施設整備事業の中核に据え、地域の産業インフラである水島コンビナートで培われてきた高度な環境技術を利用し、地域の処理課題となっている建設廃材等の木質系有機資源を原料とした新しい環境ビジネスを展開しようとしている。

岡山県は、エコタウンプランの着実な進展を図るための推進体制として、事業者・行政・学識経験者などが一丸となって支援・検討する「循環型環境ビジネス支援研究会」を設置してきた。平成 15 年度には「木質系廃棄物の炭化技術によるリサイクル事業」で製造される高品位炭の安定的な利用先確保と、プランで示される環境教育を軸とするソフト事業との連携との視点から、リサイクル品である高品位炭の「住民に分かりやすい」利用方法のひとつとして「高品位炭による児島湖浄化事業可能性」をテーマに研究会を開催したところである。本稿では、この研究会の成果として、木質系廃棄物を原料とする高品位炭による水質浄化の環境事業構築の検討結果について報告する。

---

\*東洋大学工学部環境建設学科 \*\*岡山県生活環境部廃棄物対策課 \*\*\*株式会社 エックス都市研究所

\*\*\*\*JFE ホールディングス 株式会社

## 2 児島湖の水系環境特性

### 2. 1 児島湖の現況

岡山県南部に位置する児島湖は、約 5,100ha に及ぶ沿岸農用地の干害及び塩害の一掃、低湿地の排水強化並びに干拓堤防（内堤）の安全確保を目的として、昭和 34 年（1959 年）に国営児島湾沿岸農業水利事業により、児島湾の一部を締め切って作られた人造湖である。

児島湖は、湖の面積や湖水用比べて流域面積・流域人口が大きく、湾を締め切った人造湖であることから、汚染の潜在強度が強い性格を有し、また、堰の完成後 40 年以上が経過し、流域の都市化と生活様式の変化により水質汚濁が進行し、児島湖の水環境の回復が大きな社会問題となっている。

表 1 児島湖の概況

|        |                                                |
|--------|------------------------------------------------|
| 湖面積    | : 10.88km <sup>2</sup>                         |
| 総貯水量   | : 2,607 万 m <sup>3</sup>                       |
| 有効貯水量  | : 1,773 万 m <sup>3</sup> (+8~-1.00m)           |
| 利用水量   | : 6,896 万 m <sup>3</sup>                       |
| 流域面積   | : 543.66km <sup>2</sup><br>(指定 10 湖沼中、5 番目)    |
| 流域人口   | : 62.0 万人<br>(指定 10 湖沼中、4 番目)                  |
| 流域人口密度 | : 23,755 人/km <sup>2</sup><br>(指定 10 湖沼中、3 番目) |

### 2. 2 汚染の状況

#### (A) 湖内

COD75%の経年変化では図 2 のように水質改善に向けた各種施策が展開されているものの（2. 3 参照）、目立った改善が見られず、依然として環境基準の 1.5 倍から 2 倍程度で推移しており、全国の湖沼における水質ワースト 10（平成 13 年度は第 9 位）に入っている。

平成 12 年度の汚濁負荷量（COD）を昭和 63 年と比較すると（図 3）、22%が削減されているが、発生源別の汚濁負荷量を見ると、自然系（市街地からの表面流入）の割合が 9.5%増加している。

発生源別に汚染原因を見てみると（図 4）、生活系では生活雑排水（75%）、自然系では市街地等（67%）、産業系では非特定事業場（50%）、農地系では水田（97%）が主な原因となっている。

#### (B) 流域

岡山県及び岡山市・倉敷市は、水質汚濁防止法に基づき流域河川全 77 地点で BOD の常時監視を実施している。

平成 11 年度に行った結果を基に、汚染の状況が 5 タイプに分類した。TypeⅢ（倉敷川及び笹ヶ瀬川の中流地域）、V（倉敷川及び笹ヶ瀬川の下流地域）で汚濁が悪化している傾向にあり、湖に近い河川下流ほど汚染が顕著となっている。

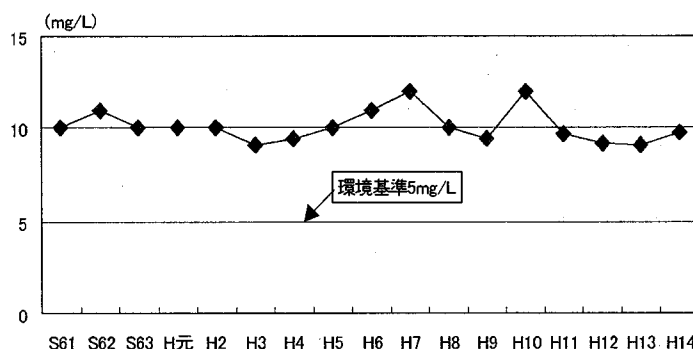


図 2 COD75%値\*の経年変化  
（※年 12 回測定のうち、低い値から 9 番目の値）  
出典）「児島湖総合水質改善対策専門家検討会報告書」

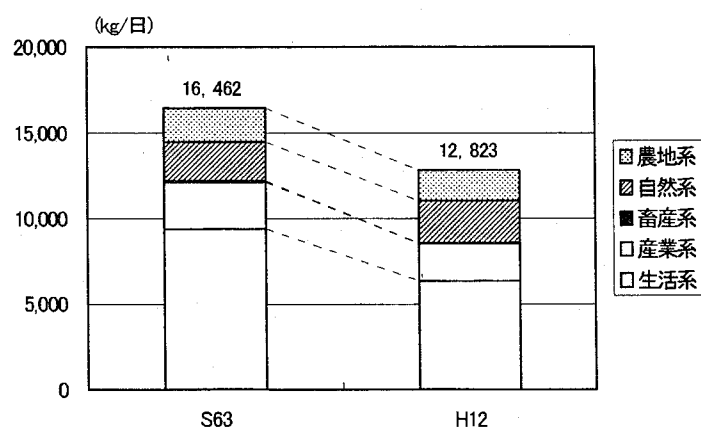


図 3 COD の汚濁負荷量の変化  
出典）「児島湖総合水質改善対策専門家検討会報告書」

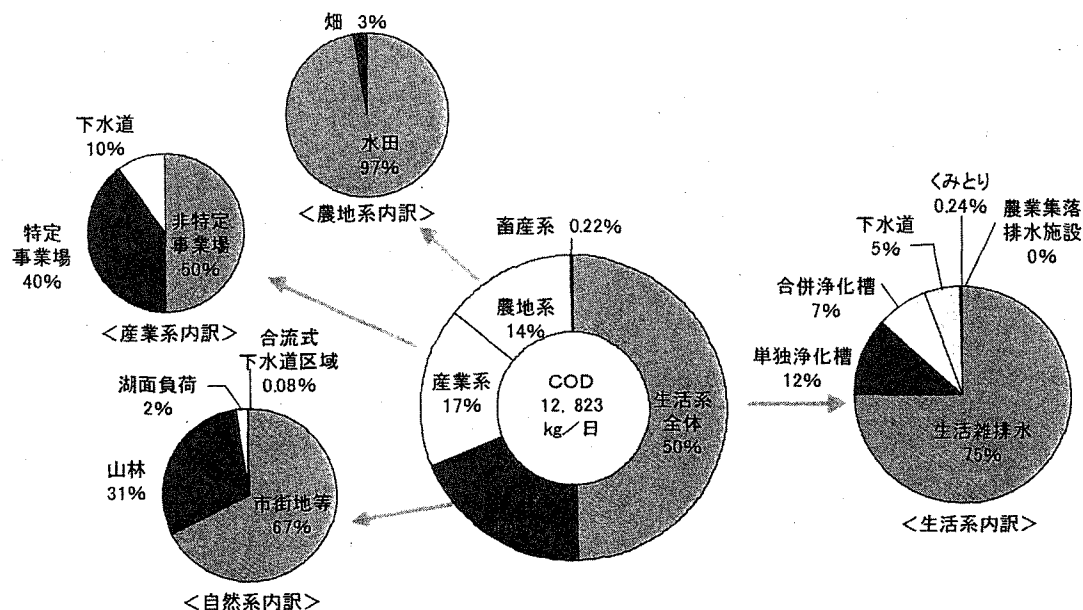


図4 発生源別汚濁負荷量 (COD 平成12年度)  
出典)「児島湖総合水質改善対策専門家検討会報告書」

## 2. 3 浄化対策

岡山県では、平成3年に岡山県児島湖環境保全条例に基づき、児島湖流域の環境保全に関わる基本方針を策定し、各種施策を推進しているところである（現在、「児島湖に係る湖沼水質保全計画（第4期）」を実施中）。現在までに実施された主な取組みを図5に整理する。

平成8年度から国営農地総合防災事業として実施されている底泥しゅんせつ事業だけを見ても、300億円以上の資金が投じられて行われているところである。

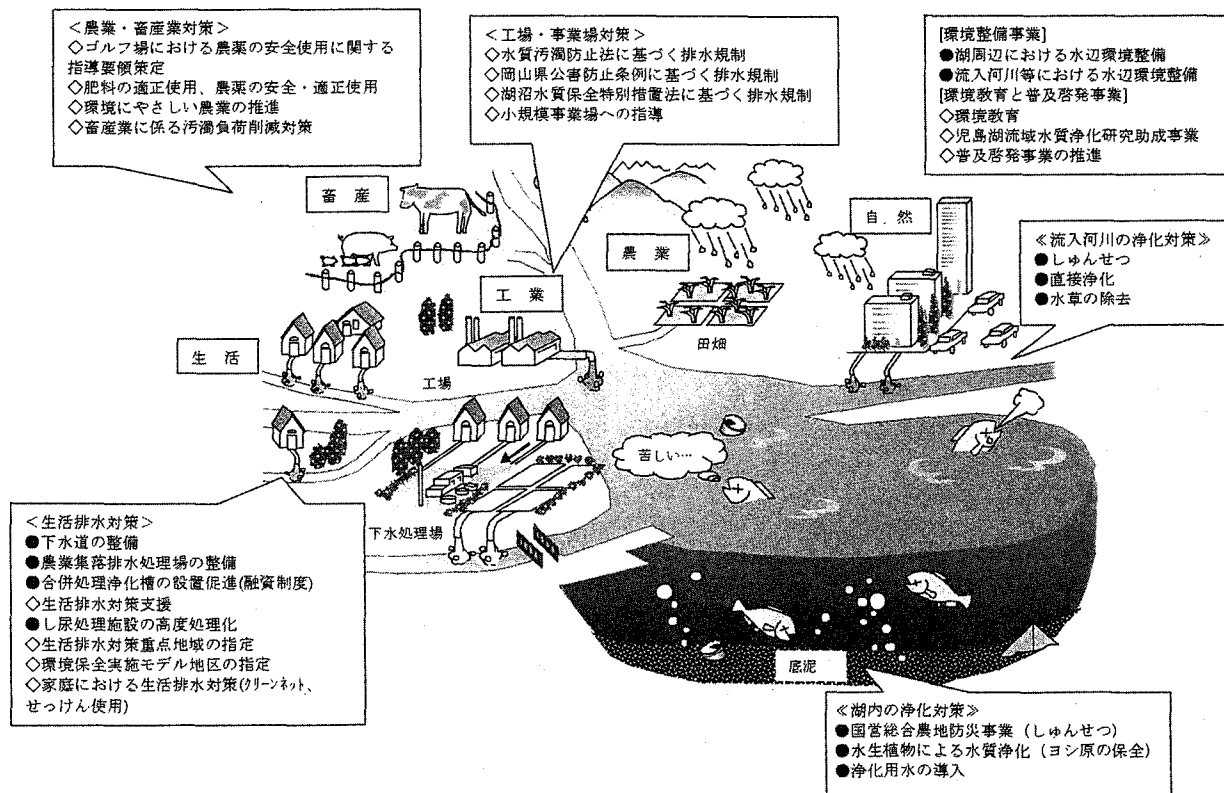


図5 児島湖浄化のための取組み (●: ハード事業、◇ソフト事業)

### 3 高品位炭を中核とする水系浄化システム

#### 3. 1 高品位炭の特徴

##### (A) 高品位炭の原料

本システムで使用する高品位炭は、建設系廃木材、剪定枝・根、梱包用パレット、間伐材等の木質系資源を原料とし、炭化施設が立地する水島コンビナートを中心とした半径 50km を収集範囲と想定している。

##### (B) 高品位炭の製造技術

高品位炭の製造には、「内燃式高温連続炭化炉（賦活機能付）」（図 6）を採用し、高温炭化炉部分は、4 ゾーンに分かれ、炭化段階に応じて温度管理が可能である。また、内燃式の採用により、800℃以上の高温連続炭化が可能になり、従来困難であった「高温熱分解による安全性」と「品質の均一化」を確保しつつ、かつ、「連続して多量の製品づくり」が可能となった。

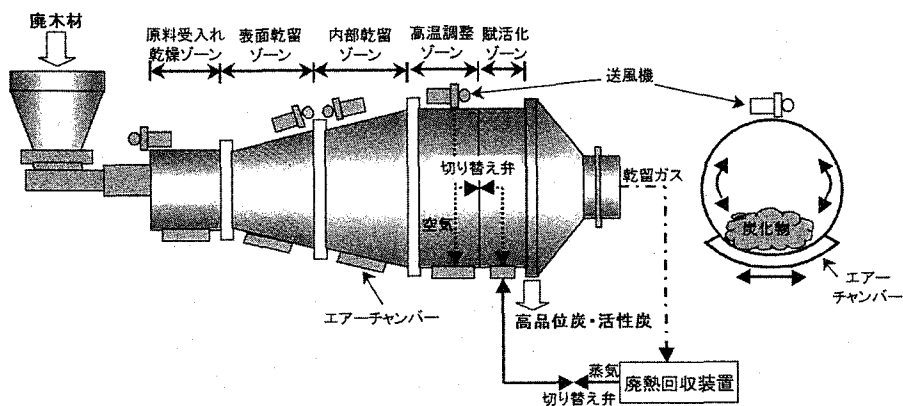


図 6 内燃式高温連続炭化炉（賦活機能付）本体概略図

また、その他の特徴としては、原料が廃棄物であることから、原料調達にコストがかからないことや内燃式のため、炭化に要する補助燃料が不要なことなどから、従来品と比較して製品価格を低く抑えることが可能となった（製造コストで、約 25%のコストダウンが可能）。

##### (C) 高品位炭の水質浄化機能

高品位炭の水質浄化機能を確認するため、製紙排水（COD：561ppm）1L に対し、高品位炭を 700g 添加した処理水をばっ気し、COD の低減経過を確認した（図 7）。

実験開始 1 日目から、高品位炭を添加した処理水と、添加しない処理水とで COD の低減速度に変化が現われた。5 日目には、高品位炭を添加したものは、実験開始時と比較して 95.5% の COD 低減がみられ（高品位炭を添加していないものは、63.5%の低減にとどまる）、高品位炭の水質浄化機能が確認された。

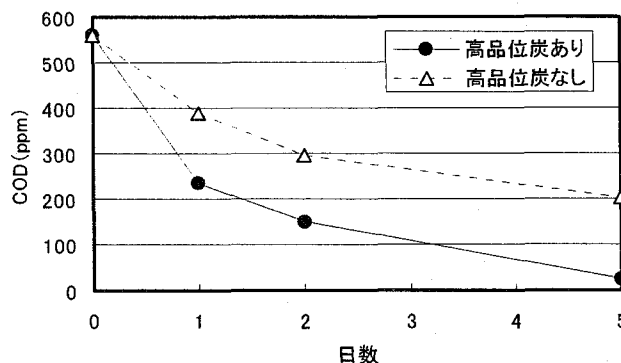


図 7 高品位炭による COD 低減効果

#### 3. 2 高品位炭を用いた水系浄化システム

流域の汚濁量は、上流から下流にかけて徐々に蓄積されるため、湖内の汚濁量が最も高い。浄化対策には、システムの適正範囲と効率性を重視して、どの段階で実施するのが効果的かを判断する必要があるが、本調査では、汚濁濃度を比較的広く確保でき、かつ汲み上げ動力が必

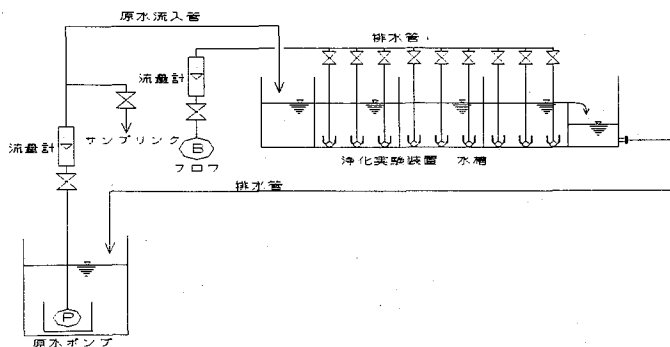


図 8 浄化実験装置（フローシート）

要でない流域中流域に設置可能な水系浄化装置を設計した（図 8）。

この装置は、袋詰めの高品位炭を人工水路に充填し、水路下部の配管からばっきしながら河川水を通水するもので、炭による吸着及び炭の間隙に棲息するバクテリアによる酸化分解を促すものである。この装置を用いた高品位炭の水質浄化機能を確認するため、平成 16 年度に、妹尾川（倉敷川支流：Type V に分類される汚濁のひどい地域）河川敷に設置して実証モデル実験を予定している。

#### 4 地域有機物循環を実現する環境改善事業

環境ビジネスが成立するためには、入口と出口を安定的に確保することが重要である。「岡山エコタウンプラン」では、「地域ぐるみの先導的リサイクルモデル事業の展開（地域産業の資源と先端技術を活かした新環境ビジネスの創出）」を基本方針に掲げ、平成15年度には、入口支援として「木質系廃棄物の収集システム構築」の検討を、出口支援として「高品位炭による児島湖事業」の検討を行い、木質系資源の発生地域内での循環を実現する利用推進体制（リサイクルネットワーク）の構築を図っている。

特にリサイクル品である高品位炭の利用先確保にあたっては、従来の環境ビジネスと同様に、需要不足が懸念されていた。そこで、廃棄物を主体として原料を調達するため低コストで生産できること、高品位炭の持つ浄化機能を最大限に生かすことができる等の理由から、高品位炭を児島湖の環境改善事業に利用することにより、従来行われてきた児島湖浄化事業と比較すると費用対効果が高い事業が展開できることが期待され、このような環境改善事業での利用が、地域有機物循環を実現するひとつのモデルとなり得る。

また、事業開始当初計画は、事業の安定性を確保するために廃棄物を中心とした有機物を調達せざるを得ないものの、将来的には、廃棄物に限らず間伐材等の木質系資源も対象にした児島湖流域圏内の木質系有機物循環を構築し、より完全な地域循環を目指す。

#### 5 評価システムの基本フレーム

研究会では、高品位炭を用いた水質浄化システムをはじめとする高度な技術開発に支えられた環境改善システムを、単に個別事業として評価することにとどまらず、流域全体の環境改善政策の有効な手段として導入・展開するプロセスの提示を検討している。

すなわち、浄化実験を個別の実験としてその機能特性のみをを評価するのではなく、地域への環境改善・循環産業政策として展開することの社会価値を判断するためのスキームを検討する。すなわち、高度な環境技術の導入を含む代替的な政策について地域・流域に展開することの事業費用と社会経済・環境価値を定量的に推定することによって環境改善の総合的な効果を算定するフレームを検討した例

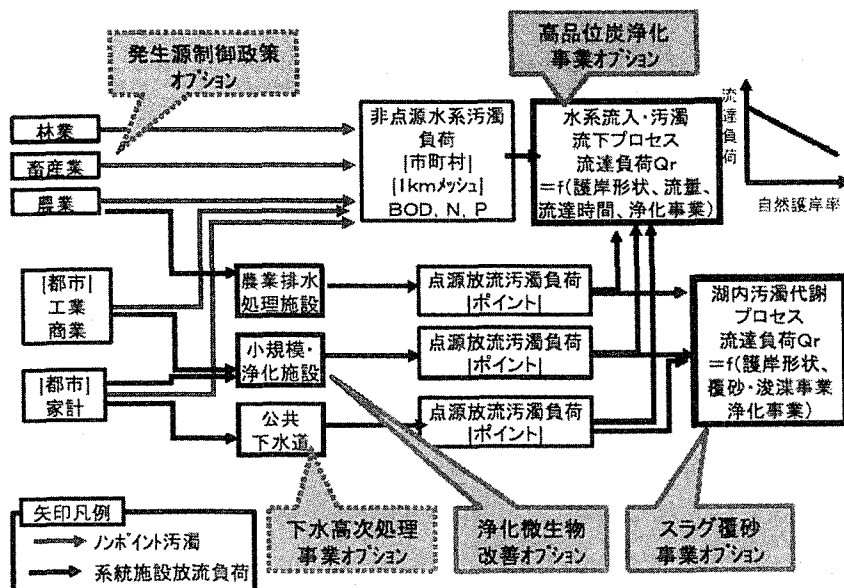


図 9 評価システム構築のイメージ

を図9に示している。ここでは、非集計的な汚濁の発生源のデータベースを活用して、水系の汚濁流入、流達プロセスとともに、児島湖における水系汚濁の代謝を簡便な線形も出るとして評価することにより、汚濁発生源の制御から、都市基盤施設、農業基盤施設および河川・内水域整備事業まで幅広い都市環境政策の政策オプションの限界的効果を定量的に把握することを期待する。政策立案、事業展開を検討するための客観的な基準指標を与えること方法論のフレームの確立を目標としている。

具体的には児島湖流域の水循環プロセスについて、流域内の農林畜業、家庭などからの「非点源負荷量」と農業集落排水施設、単独・合併浄化槽、公共下水道施設、産業工場などからの「点源負荷量」の発生分布特性を定量的に評価するシステムと、排出主体のマネジメントから大規模な水処理基盤施設の整備の発展、さらに分散型の小規模処理施設の整備などの多様な技術システムと社会システムを組み合わせた政策代替案の効果を算定するインターフェイスを用意する。

また、横断的な政策分野での事業・施策の効果を包括的に評価するものとして、金銭単位（コスト／エフェクト）で統一する方法だけにこだわらず長期的及び広域的な効果を図るために環境改善効果の物理的インパクトを、直接的、間接的、短期的、長期的の区分ごとに計測するとともに、環境経済価値については、直接価値、間接価値、存在価値の階層構造を想定して定量化を行うフレームを構築する。

## 6 おわりに

エコタウン事業の焦点は単一の廃製品・廃棄物についてのリサイクル技術の開発から、地域での物質循環の総合的な制御と環境負荷の低減に向けての仕組みづくりに移りつつある。また、エコタウンとその周辺のエリアを含む包括的な都市環境マネジメントの中核としてエコタウンの事業を見直すことに、行政だけではなく事業者の関心も拡大している。

こうした社会的背景を十分に考慮した上で、筆者らは今年度も以下の研究の継続的発展を予定している。

- ①多様な水質条件に対する実験室研究と河川系における実証研究を組み合わせることによって、高品位炭の環境装置としての事業効率を把握することで、規模と目標の多様な社会のニーズにこたえる「事業パッケージ」を構築する。
- ②高品位炭の実践を高校などの地域パートナーを含む産官学民の協働で実践することを持続可能な環境マネジメントを推進する地域社会の新しいガバナンスのプロトタイプシステムの形成をめざす。
- ③流入・流達プロセス及び湖内汚濁代謝プロセスを組み合わせることで統合することで水質浄化事業効果を反映させ、環境改善効果の物理的インパクトと環境経済価値が定量化できる評価モデルを作成する。

## 引用文献

「岡山エコタウンプラン」岡山県 平成16年3月

「児島湖総合水質改善対策専門家検討会報告書」児島湖総合水質改善対策専門家検討会 平成14年2月

「児島湖に係る湖沼水質保全計画」岡山県 平成14年3月