

[論文審査結果]

論文提出者：寺田 哲志

審査対象論文：持続可能な水資源利用のための統合型水資源管理の有効性

(The Effectiveness of Integrated Water Resource Management  
for Sustainable Water Resource Use)

論文審査委員：今岡日出紀・本学教授、北尾邦伸・京都学園大学教授、張忠任・本学教授、  
沖村理史・本学准教授、林裕明・本学准教授

【論文要旨】

本研究は、最近、国際社会および学術研究分野で盛んに論じられている「統合型水資源管理」の概念を、制度として体化した「統合型水資源管理システム」として想定し、その有効性を実証的および理論的に検証することを目的としている。統合型水資源管理は水政策の諸理念を集約したもので、1990年代以前は治水、利水という目標を統合化した水政策理念として解釈されていた。やがて1990年代以降、持続可能な水資源の利用という政策理念が付加されるにおよび、「必要不可欠な生態系における水資源の持続可能性を維持しながら、経済的効果と社会福祉を最大化するために、公平な方法で、水、土地、および関連の資源の、協調的開発・管理を促進する一つの過程」として統合型水資源管理が概念化されるようになった。EU諸国を中心にこの概念を体化した水政策が展開されようとしているが、未だ完成した政策体系としては実施されていない。そこで本研究では、これ等の政策諸理念を実現するための「統合型水資源管理システム」をモデルとして想定して、その有効性を我が国の武庫川水系のデータ、及び、その他の散在する事例を用いて実証的に、しかし部分的には理論による補完的推論によって論証することを目的としている。

まず、本研究の方法について説明しておく。水資源の賦存の仕方およびその利用のあり方は、河川ごとに異なっていて、多様である。此の点で、水資源は大気、海洋、森林といった自然資源とは異なっている。本研究ではしかし、特定の河川とその流域を取り上げて、これを直接の研究対象とするのではなく、河川流域ごとに存在する水資源の賦存の仕方およびその利用の在り方から共通の要素を抽出して、これをモデル化したシステムを構想し、分析の対象とするという方法を取っている。このようなモデル化のためにまず、特定の河川ごとに存在する自然水資源循環を「自然水循環システム」としてモデル化する。また、この河川の流域(集水域)に展開する経済社会システムを「人工水需給システム」としてモデル化する。この両システムの間の水収支によって水資源に関わる環境負荷を定義して、この環境負荷を内部化して、しかも、効率的かつ社会的に公正な水資源の配分を確保することを目標とする人工水需給システムを想定する。この2つのシステムからなるのが「統合型水資源管理シス

テム」である。この統合型水資源管理システムにおいては、特定の河川の流域に分布する市町村を横断した統一的水資源管理組織と、これに対応した市町村横断的な水政策の意思決定機構の存在を前提としている。この管理組織および意思決定機構は更に、市場経済制度の中に体化されているものとされている。このようなシステムの有効性を実証的かつ理論的に検証するというのが、本研究で採用されている研究方法である。

以下、章別に本論文の内容を紹介していくことにする。序章では、本研究の目的及びその成果につき要約している。まず、国際社会および学術研究の分野における「統合型水資源管理」の概念についての先行研究を批判的に展望して、そこから、需要調整型で、水政策に関して住民が水政策の意思決定過程へ参加するメカニズムを組み込んだ統合型水資源管理システムを抽出して、その有効性について分析することが本論文の目的であることを述べている。モデル化された自然水循環システムと人工水需給システムの対比で進めている分析について要約したうえで、2つのシステムを統合した統合型水資源管理システムの有効性について要約している。この統合型水資源管理システムのもとでは、水利用の効率性、水需要における社会的公正性が確保され、また、環境負荷の内部化が意図されている広域行政ネットワークのガバナンスが、利害関係者の参加という手法によって維持されている、と結論づけられている。これが結論の要約である。

第2章では、具体的な分析の前段として、特定の河川ごとに存在する自然水循環システムと人工水需給システムについて、モデル的に説明している。自然水循環システムは河川ごとに存在する降雨と蒸発と流水の循環の中で水資源が維持され（河川ごとに異なるが、平均的にはこの循環は3週間ぐらいであるとされている）。社会経済システムはここから取水することによって、水資源を人間活動に利用している。そして、この水資源の有効利用は、流域の水循環と人間の関係性において、治水、利水、環境機能（古くは、親水という言葉も使われた）の相互関連性に留意して、しかも、河川全体の視点から行われることで初めて効果的に実現されることが指摘されている。人工水需給システムは、河川の流域に分布する市町村ごとに、灌漑システムや水道ネットワークという人工の水循環システムを通して自然の循環から水を受け取って使用し、下水・排水設備を通じて使用済みの水を元の河川に還流する。人間活動に伴う大量の水需要はこのシステムによって賄われているが、これらを総称して人工水需給システムと呼んでいる。自然水循環システムと人工水需給システムとの間に水収支を想定して、このバランスにより環境負荷を定義し、持続可能な水資源の利用の指標としている。さらに、本研究で参照フィールドとしている、武庫川流域の人工水需給システムについて具体的に説明している。この人工水需給システムは例えば、西宮市、尼崎市、宝塚市、伊丹市、神戸市、三田市、篠山市等の多くの市町を含み、流域内人口は約100万人であるような、市町村横断的な広域システムであると具体的イメージが与えられている。

第3章では、現行の市場経済制度内における人工水需給システムの構造的欠陥を実証的に分析し、析出している。世界的に、現行の人工水需給システムの基本単位は流域に分布する

各市町村であることから、そこでは配水設備および廃水設備、及びそれらの運用に関わる規模の経済性、範囲の経済性が十分に享受されているとは言い難い。このことが第1の構造的欠陥として指摘されている。この点は、武庫川水系のデータを用いて、第4章において実証的に示されている。第2の構造的欠陥は、水が生命維持に必要な不可欠な資源であることから、需要者に対する社会的公正上の配慮から水の供給価格が政策的に低く維持されているので、需要面から水の潜在価格が押し上げられ、これが現実の供給価格よりも高くなっていることである。また、水が生命維持に必要な不可欠であることから、価格をコントロールすることで需要量をコントロールすることが困難であることも示されている。これらのことが実証的に示され、第2の構造的欠陥とされている。

第3の構造的欠陥は、農業用水の潜在価格が、仮想水 (virtual water) の大量輸入によって極端に低められていることであるとしている。その生産において水使用量が多い農産物の国際貿易の比較優位が、水資源ではなく土地とか労働によって決まっていることから、水の賦存度の大きな日本においてさえも、土地の希少性の故に輸入された農産物に体化されて仮想水が大量に輸入され(日本で直接農業生産に使用されている水資源の量を上回る量の水が仮想水として輸入されている)、農業用水の潜在価格が殆どゼロに近いほどに極端に低くなっていることを実証的に示している。これが第3の構造的欠陥である。

第4の構造的欠陥は、水供給の民営化の効果が限定的であるという問題である。従来日本でも諸外国でも、水供給については、自然独占の条件を満たす価格を維持するように行政が価格政策を通じて価格メカニズムに介入しながら、各市町村が地域独占者として水供給を担当しているのが普通であった。しかしこのような小規模地域独占供給主体の下では、資本費用をも考慮に入れた収支のバランスはほとんどの国で赤字であった。そこで、このような供給体制のさらなる効率化を図るべく、EU諸国を中心に水供給の全面的民営化が図られつつある(例えばBOT方式などにより)。しかしこのような試みは、結局水の供給価格を引き上げることになり、貧困者・低所得者に対して所得分配上の不利益をもたらすことになったにすぎなかった。これが第4の欠陥である。

第5の欠陥は、現行の人工水需給システムにおいては、マクロの水収支情報や水資源に関わる環境負荷が外部化されていて、これを内部化するメカニズムが存在しないことである。これは、現行の水需給システムが基本的に市場経済制度を基盤としていることから、当然のことであると言える。1990年代以降、持続的水資源の利用という政策理念が統合型水資源管理に付加されるにおよび、河川全体の観点からする「統合型」水資源管理がより強調されるようになり、この欠陥の克服が水政策の大きな目標になった。

第4章では、統合型水資源管理システムが構想され、その有効性について実証的かつ理論的に論証されている。1990年代以降、国際社会および学術研究の分野で水資源が持続可能な発展のための重要な自然資源であることが認識され、論じられるようになってきた。さらに、水資源を持続可能な状態で利用していくためには、水資源を特定の河川の流域全体の

観点から、しかも治水、利水、環境機能の3つの政策目標を統合して管理していくことが重要であることが認識されるようになってきた。一方で、河川の環境機能という水政策の目標との関係で、水資源に関わる環境負荷を内部化する手法として、従来、経済学の中で用いられてきた外部不経済の内部化の3つの手法には限界があることが認識されるようになってきた。このような認識の広まりの中で、第3章で示した人工水需給システムの構造的欠陥をも考慮に入れて、効率的かつ公正な水資源の利用を図り、水資源に関わる環境負荷を内部化するメカニズムを具備していると想定される統合型水資源管理システムが第4章で定式化されている。

この統合型水資源管理システムではまず、特定の河川の流域に分布する市町村を横断的かつ統一的に管理する、水資源管理組織の存在を想定する。この組織は、特定の河川を河川全体の観点から、治水、利水、環境機能といった政策目標を統合的に実現することを目指す主体であると想定される。この組織はまた、自然独占の条件を満たす価格政策を展開する公共の地域独占者として存在する。この市町村横断的かつ統一的な水資源管理システムを適用することで、配水および排水設備の建設・運用に関して規模の経済性及び範囲の経済性が発生して、水資源管理の効率性が大いに改善されることが実証的に示されている。たとえば、本研究の参照フィールドである武庫川水系は、2つの広域流域に統合するのが効率的であるとの結論を得ている。

上記の市町村横断的かつ統一的な水管理組織における水資源に関わる環境負荷の内部化のための手法として、統合型水資源管理システムにおいては水資源の管理に関わる利害関係者による水政策の意思決定過程への「参加」を提唱されている。利害関係者が意思決定過程に参加する過程で、「社会学習 (Social Learning)」が行われ、人間活動の動機づけの中に環境負荷への配慮が組み込まれるようになるというのが、ここでのアイデアである。本研究ではさらに、社会学習の過程で利害関係者の間に社会関係資本 (Social Capital) が蓄積され、これを通じ社会ネットワーク・システムが水資源の環境負荷を内部化するよう方向づけられるというのが、本研究における推論である。鶴見川水マスタープランを検証することで、参加型管理による利害関係者の間での社会関係資本の形成について実証的に分析している。ここでは、ネットワークにおけるリーダーの役割の大きさが強調されている。また、武庫川流域における参加型管理の有効性について、社会学習の進展具合と住民参加のレベルを諸外国の事例と比較しながら、実証的に分析している。しかし参加の場合も、社会学習の場合も、現実に完成されたシステムが存在してはいないことから、現実が十分に進展していない部分を社会関係資本の理論を援用して理論的に推論することで、その有用性を検証している。

以上のような分析から、本研究では次のような結論を得ている。市町村横断的な統一的な水資源管理組織を河川流域に創設することにより、配水・排水設備の建設・運用に関わる規模の経済性、範囲の経済性が発生することによる効率性の改善、また、地域独占の公共水供給

制度を、全面的民営化によってではなくて、部分的に民営化することで供給主体の組織内部効率の向上を図り、従来水が生命維持に必要不可欠であるという観点から維持されてきた供給価格の水準にまで水価格を引き下げることが十分に可能であることが示された。つまり、統合型水資源管理システムは、水資源の配分における効率性と社会的公正性を同時に達成することが可能であることが示された訳である。また、統合型水資源管理システムにおける水資源に関わる環境負荷の内部化についてのガバナンスは、利害関係者による水政策の意思決定過程への参加を通じての社会資本形成によって広域行政ネットワークが環境負荷の内部化に向けて方向づけられるという形で実現される可能性があることが、理論的に示唆されている。

### 【論文審査結果の要旨】

まず、予備審査以来の本論文の審査の流れについて確認した。

次に、本論文の内容の公表状況について確認した。寺田哲志氏は、既に、『北東アジア研究』（平成20年4月、14・15合併号）に論文「水資源危機の構造と統合型水資源管理の有効性」を公表している。また関連する課題について、土木学会2007年全国大会で（平成19年9月）、また、土木学会2008年中国支部大会で（平成20年5月）において研究発表を行っている。大学院北東アジア研究科では、博士論文の提出要件として審査付き学術誌への論文公表数を規定してはいないが、出来ればそのような論文が1本以上あることが望ましいとされていると聞いている。寺田哲志氏の場合は上記の申し合わせの要件を満たしていることになる。さらに第3章及び第4章における個別の計量経済学的研究は、十分に正確であり、推計結果の解釈も精確であって、信頼に足る技量によって実施されていることを確認出来る。

本論文の研究方法は独特なものがある。水資源の賦存およびその利用の仕方は、河川ごとに異なっているのが普通である。本研究ではしかし、各河川の水資源の賦存の仕方から、共通の要素を抽出してこれをモデルとして構成して、自然水循環システムを想定している。また、河川の流域（集水域）に分布する産業、資源、人口、市町村の構成から共通の要素を抽出してこれをモデルとして構成して、人工水需給システムを想定している。自然水循環システムから取水して、人工水需給システムでは水の利用が行われる。さらには人工水需給システムにおける水利用の結果として廃水が行われ、これは水質汚濁をもたらすことになる。取水量と水質汚濁の水準は、当該人工水需給システムによる自然水循環システムに対する環境負荷として定義されることになる。この2つのシステムの実証研究は、主たる参照フィールドである武庫川水系からデータがとられて、実施されている。しかしこの実証研究は、特殊武庫川水系の研究ではなく、参照フィールドである武庫川流域からのデータ、情報によるものであるという扱いになっている。

寺田哲志氏によれば、統合型水資源管理というのは、水政策の諸理念を集約したものであ

るという。従来は、この水政策の理念としては、水の効率的利用、水の社会的に公正な利用（水が生命維持に必要不可欠であることに起因する）、治水と整合的な利水といった理念が強調されてきた。ところが1990年代以降この水政策の理念にパラダイム変化と言っても良い変化が起きた。つまり、統合型水資源管理の中に、水資源の持続可能な利用という政策理念が付加され、しかもこの政策理念に沿った水政策を展開するためには、参加という手段を水政策の実施に取り入れることが必要であると強調されるようになった。

寺田哲志氏は、このパラダイム変化後の水政策の理念としての統合型水資源管理を、統合型水資源管理システムとして定式化して、効率的な水政策の実施、社会的に公正な水政策の実施、持続可能な水資源の利用という基準に照らして、このシステムが何処まで有用であるのかを実証的かつ理論的に検証している。上記の統合型水資源管理システムではまず、適正な環境負荷と整合的な水利用を確保するために、上記の人工水需給システムにおいては水への需要をコントロールする手段をもたなければならないとされる。上記の3つの政策理念、その中でも特に水資源の持続可能な利用という政策理念を実現するためには、それぞれの河川について、河川全体の観点から、その河川における治水、利水、環境機能（親水）を相互に整合的に実現できるようなシステムを考えることが必要になってくる。特定の河川における上流と下流の利害の調整、治水と環境機能の間の整合性の維持、利水と環境機能の調整（特に利水の結果出てくる排水と環境機能の整合性）などが具体的に処理されるべき諸問題である。この統合型水資源管理システムはまた、現行の行政制度と市場経済制度の上に構築されている人工水需給システムの水利用に関する効率性、および、社会的公正に関わる問題をも解決する必要がある。このような考えの下に、統合型水資源システムにおける水資源管理は、河川に分布する市町村を横断的につなぐ統一的管理組織によって行われる必要があり、また水政策における意思決定もこの市町村横断的管理組織の枠組の中で行われる必要がある。これが寺田哲志氏によって構想された統合型水資源システムにおける制度的構造である。

この統合型水資源管理システムにおける域内住民への環境負荷の内部化は、域内の利害関係者による政策形成における意思決定過程への参加によって実現される。統一的管理組織は、自然水循環システムについての水文学的モデルのシミュレーションによって得られた環境負荷情報を政策の意思決定に参加した利害関係者に提供する。利害関係者は集まって、この情報を基に当該河川の環境機能に関する状況を学習して、理解して、自らの行動を変化させていく。この特定の河川の市町村横断的集水域の人口は、例えば、武庫川水系の場合100万人にもなる。統合型水需給システムにおける意思決定過程はしかも、コモন্ズの共同体的基盤もない広域社会ネットワークの中で進められることから、上記の社会学習過程で蓄積される社会関係資本は、この社会ネットワークを環境負荷の内部化に向けて方向づけをするという意味でのみガバナンスを維持することができると、寺田哲志氏は主張している。

さらにまた、この統合型水資源管理システムでは、市町村横断的な統一の供給主体によって、水の配水・排水設備の建設および運用が行われるために、規模の経済性、範囲に経済性が実現され、人工水需給システムの構造的欠陥が解決できることが実証的に示されている。水の配水・排水設備の建設及び運用に関する規模の経済性、範囲の経済性が実現されないの

が現行の水需給システムの構造的欠陥とされているが、これが解決されていることになる。また現行の水資源需給システムでは、水が生命維持に必要不可欠であることから政策的に低価格政策が維持されていて過剰な水需要が誘発されていること、一方で仮想水の輸入により農業用水に対する潜在価格が不当に低くなっていることが第2、第3の構造的欠陥であると実証的に示されているが、第2の欠陥は上記の規模の経済性の実現により、また、第3の構造的欠陥は統一的管理組織による生活用水・飲料水と農業用水に利用調整によって解決可能であるとしている。第4の構造的欠陥とされている全面的民営化の失敗は、部分的民営化をする中でコンテストナブルな市場条件を維持することで解決可能である、とされている。水政策の効率性の側面、および、社会的公正に関して、統合型水資源管理システムは上記のようにその有効性が発揮できる、というのも本論文における寺田哲志氏の主張である。

水政策の政策理念を集約したものとして論じられてこなかった統合型水資源管理を、システムとして定式化して実体化し、これを実証的分析に理論的推論を交えながら、その有効性に関して論証したことは、学術的意義も高く、評価に値する。また、これからの水政策の展開に対して、その理論的基礎を提示している意味で実務的意義も高いと考えられる。分析の枠組として、自然水循環システムと人工水需給システムを想定して、実証の方法も武庫川水系、鶴見川水系からのデータを例証的に使うなど、独特な方法を取っているが、このことが本論文における論証の澄明性と説得力を損なうものであるとは考えられない。将来特定の河川に特化した実証研究を行うことを希望するが、これは寺田哲志氏の将来の研究への期待として述べるものである。

#### 【口頭試問の結果の要旨】

口頭試問においては、まず審査委員会の側から、寺田哲志氏に対して本論文の学術的意義について述べるように促した。

これに対して、寺田哲志氏は、1990年代以降、持続的水資源の利用という水政策の理念を含む統合型水資源管理という概念を、統合型水資源管理システムとして実体モデル化して、その有効性を実証的および理論的推論により論証したのは、本論文における試みが初めてであるとの発言があった。また、環境負荷の社会的内部化の方法として利害関係者による水政策の意思決定への参加とそれによる社会学習の促進という方法はすでに他の研究で示唆されているが、社会学習の過程で社会関係資本が蓄積され、これが広域社会ネットワークを環境負荷の内部化に向けて方向づける形でのガバナンスの保持に役立っている、と主張したのは本論文が最初であるとの発言があった。

これに対して、広域ネットワークをネットワークとして想定することで、具体的人間を扱う「まなざし」が欠落し、本論文において市民的公共性という文化論的關係性が失われることは残念ではある。ただし、このような視点からの研究はもう一つの博士論文研究ともなるべきものであるとの発言があった。また、この参加型水管理システムにおいて利水と治水の整合性がどう保持されるのかという質問もあったが、寺田哲志氏は鶴見川の事例を引きながら、社会学習過程におけるリーダーの重要性を強調して答えていた。

また、統合型水資源システムにおいて、システムとその運用の間に齟齬が生じたときどのような調整が考えられるのか、という質問があった。これに対して、淀川水系における事例から、例えば、従来は動員の参加といった方法もとられていることが説明された。ただこの統合型水資源管理システムにおいては、行政が密度の濃い河川水情報を社会学習過程に投入することで、利害関係者の視野が広がり、行動動機を変えることができるので、このような「ずれ」が少なくなることが期待されている、との回答があった。

次に、本論文のタイトルとの関係で、「持続可能な水資源管理」と「統合型水資源管理」のどちらに本論文の関心があるのかという質問がなされた。これに対しては、1990年代以降統合型水資源管理という水政策の理念の中に持続可能な水資源の管理という理念が付加されて以降の統合型水資源管理の理念をシステム化することに関心がある、との発言が寺田哲志氏によってなされた。

また、何故「統合型」の水資源管理を行うことは有効なのかという質問があったが、これに対しては「論文審査の結果の要旨」で答えているのでここでは省略する。

最後に今後の研究課題として、水資源の管理における価格メカニズムの限界についてもっと広く研究して欲しいこと、また、水資源がほとんど存在しないところでの価格メカニズムの役割などが考えられることが示唆された。

#### 【最終試験結果の要旨】

持続可能な水資源の利用という新しい水政策の理念を付加した1990年代以降の統合型水資源管理という政策理念の集合体を、統合型水資源管理システムとしてモデル化して、このシステムにおける水資源に関わる環境負荷の内部化に関するガバナンス、水利用の効率性、水利用における社会的公正性という基準に照らして、その有効性を実証的かつ理論的に検証した点、そのユニークな論証方法と共に、本研究分野に新しい視点を提供しているものと考えられ、評価に値する。

水政策における環境負荷の内部化の方法として、通常の財におけるグリーン・コンシューマー運動にも相当する「参加による社会学習」という第4の手法を提唱し、この手法によるガバナンスの付与のために社会関係資本の蓄積の役割を強調するなど、本分野の研究に新しい視点が提供されている。この点も、寺田哲志氏によるさらなる実証研究の深化と進展を期待しつつ、新しい視点の提供という点では大いに評価できると考える。

水資源の経済分析で示された計量経済学の手法の利用の正確さ、結果の解釈の精確性は本博士論文における分析技術の水準の高さを保証するものとして大いに評価できる。

#### 【審査委員会の所見】

審査委員会は、以上により、本論文を社会学博士の学位を授与するに値するものと判定することにつき、全員一致で合意した。