

研究ノート

中国山東省における水汚染新基準と生態補償制度 — 南水北調東線プロジェクトとの関連から —

李 天宏*・知足 章宏**・劉 哲***

要 旨

中国山東省は、南水北調東線プロジェクト沿線に位置し、同プロジェクトにより新たな水供給を受ける地域でもあることから、良質な配水環境確保のために水質の一層の改善が必要となり、厳格な水汚染対策が急務の課題となっている。

2003年9月25日に國務院（最高行政機関、日本の内閣にあたる）は、「南水北調東線工程治汚染規画実施意見（國務院南水北調工程建設委員会弁公室、發展改革委員会、監察部、建設部、水利部、環境保護部により提出された南水北調東線プロジェクト汚染改善計画実施意見）」を承認、通達した。この計画では、汚染除去、改善の責任は地方政府にあるとされ、2007年に東線第一期プロジェクト幹線全線の水質を国家地表水基準Ⅲ類に達成することが目標とされた。

山東省はこのような南水北調計画による水質改善要求との関連で、2006年3月に「山東省南水北調沿線水汚染物総合排放基準（山東省南水北調沿線水汚染物質総合排出基準）」、同年11月には「山東省南水北調工程沿線区域水汚染防治条例（山東省南水北調プロジェクト沿線区域水汚染防止条例）」を公布した。この新基準では、南水北調東線プロジェクト沿線の汚染物質排出、特に工業からの排出に関して厳格な規制を策定し、重点対策区域では国家基準より厳しい基準を導入している。さらに条例では、水質の改善と保全に加え、沿線区域の生態環境の改善や経済・社会・環境の協調的發展を実行することが謳われている。

以上の新基準、条例の順守と実行を確保するため、山東省は2007年に「関于在南水北調黄河以南段及省轄淮河流域開展生態補償試点的實施意見（南水北調黄河以南及び山東省管轄淮河流域における生態補償試行地区に対する意見）」、2008年に「山東省生態補償資金管理弁法（山東省における生態補償資金管理の方法）」を公布し、2007年から2010年に大規模な「生態補償制度」を実施する計画を立てた。ここでいう生態補償制度とは、南水北調プロジェクトに関連して実行する生態保護、新基準の実施により影響を受ける主体に対し、補償を行う制度である。このなかで污水处理分野における補償とは、新基準対応への補助的な措置であり、既に国家基準を達成しているが新基準により更なる削減義務が生じる排出企業、污水处理工程の改善及びより高度な処理を確立しようとする主体に対し、補助金を与える制度である。

* 執筆 者：李天宏

所属機関：北京大学環境科学・工程学院 副教授

** 執筆 者：知足章宏

所属機関：立命館大学国際関係学部 非常勤講師

機関住所：〒603-8577 京都市北区等持院北町56-1

E-mail：act27280@pl.ritsume.ac.jp

*** 執筆 者：劉 哲

所属機関：北京大学環境科学・工程学院 修士課程

以上のように、山東省では水汚染改善のための新たな地方レベルの諸政策が展開されつつある。特に、新基準達成のための補助金を「補償」と位置づけ、独自の財源調達法を実行している山東省の事例は、これまでの森林や湿地の回復項目を主たる対象としていた生態補償とも異なるものである。本稿は、以上の新たな制度の基礎的研究として政策内容と制度の影響、効果を検討する。

キーワード

山東省、南水北調、新基準、水汚染、生態補償

I. はじめに

中国山東省は、南水北調東線プロジェクト沿線に位置し、同プロジェクトにより新たな水供給を受ける地域でもあることから、良質な配水環境確保のために水質の一層の改善が必要となり、厳格な水汚染対策が急務の課題となっている。

2003年9月25日に国务院（最高行政機関、日本の内閣にあたる）は、「南水北調東線工程治汚染規画実施意見（国务院南水北調工程建設委員会弁公室、発展改革員会、監察部、建設部、水利部、環境保護部により提出された南水北調東線プロジェクト汚染改善計画実施意見）」を承認、通達した。この計画では、「三先三後」の思想（水の調達前に、節水を行う。配水前に汚染を改善する。水を利用する前に環境保護対策を行う）の元、汚染除去、改善の責任は地方政府にあるとされ、2007年に東線第一期プロジェクト幹線全線の水質を国家地表水基準Ⅲ類に達成することが目標とされた¹。

山東省では、2006年まで水汚染対策が実施されてきたものの、水質目標計画、国家基準の未達成が省内の各地で常態化し、中央政府による要求や目標の達成が見込めない状況となっていた。とりわけ南水北調東線プロジェクト幹線経路に位置する南四湖などの汚染は改善が進んでこなかった。

山東省は、以上のような状況を打破するため、南水北調東線プロジェクトと関連した水汚染対策として2006年3月に「山東省南水北調沿線水汚染物総合排放基準（山東省南水北調沿線水汚染物質総合排出基準）」を公布、施行し、同年11月には「山東省南水北調工程沿線区域水汚染防治条例（山東省南水北調プロジェクト沿線区域水汚染防止条例）」を公布した。2006年3月の新基準では、南水北調沿線区域の汚染物質排出、特に工業汚染からの排出に関して厳格な濃度規制を策定し、国家基準より厳しい新基準を重点対策区域に導入している。さらに条例では、水質の改善と保全に加え、沿線区域の生態環境の改善や経済・社会・環境の協調的発展を実行することが謳われている。生態環境保護、改善においては、湿地の保護と修復が特に重点的に行われている。

中国では各地で急速な経済成長が達成されるなか、「上に政策あれば下に対策あり」と呼ばれる地方政府の経済成長重視による環境政策の軽視や実効性の低さが指摘されてきた。このよ

うな状況で、国家基準よりも厳格な地方新基準が環境政策や地域に与える影響は注目に値する。山東省は新基準が導入された2006年の域内総生産が約259億6500万元で、中国全省で2番目の経済規模である²。経済成長が進む中で、地方のより厳格な環境規制が機能するか否かという点も、中国の持続可能な発展にとって重要な意味を持つと思われる。日本においても1970年制定の「水質汚濁防止法」において、汚染発生源が集中する水域において、都道府県が条例により全国の排出基準よりも厳しい基準（上乘せ基準）を定めることができるようになった。これにより、神奈川県、滋賀県が上乘せ基準を適用し、一定の成果を上げ、多くの自治体により上乘せ基準が採用されている。

新基準及び条例の順守と実効性を高めるため、山東省政府は2007年に「関于在南水北調黄河以南段及省轄淮河流域開展生態補償試点的實施意見（南水北調黄河以南及び山東省管轄の淮河流域における生態補償試行地区に対する意見」、2008年に「山東省生態補償資金管理弁法（山東省における生態補償資金管理の方法）」を發布し、2007年から2010年に大規模な「生態補償制度」を実施する計画を立てた。ここでいう生態補償制度とは、南水北調プロジェクトに関連して実行する新基準の実施により汚染対策を行う主体に対し、補償を行う制度である。この補償とは、新基準対応への補助的な措置であり、すでに国家基準を達成しているが新基準達成のために更なる削減義務が生じる企業、汚水処理工程の改善及び高度処理を確立しようとする主体に対し、補助金を与える制度である³。

以上のような南水北調計画に付随する地方の新基準や特殊な関連補償制度が、当地の水環境、経済・社会、現行の環境政策に与える影響を分析することは、中国の地方水環境政策の新たな動向や南水北調計画に付随する水汚染対策の実状を知るうえで重要な示唆を提供すると思われるが、現時点で中国山東省のこの制度の事例を取り上げて分析したものは、ほとんど見られない。生態補償制度に関するこれまでの先行研究は、その法的、経済的性質を対象とした研究が比較的多くみられる。財政的側面に関する研究としては、李・湯（2008）は中央財政に依存した制度の限界を指摘し、特に東部地域から西部地域への生態補償資金の分配を提案している。鄭（2010）は、生態補償制度の具体的事例を取り上げて分析しているが、主に省を跨ぐ大規模河川流域の上流・下流間の補償制度に焦点をあてている。これまでの先行研究では、省内レベルでの生態補償資金の調達法、配分方法については未だ十分な研究の蓄積がない。特に、新基準達成のための補助金を「補償」と位置づけ、独自の財源調達法を実行している山東省の事例は、これまでの森林や湿地の回復項目を主たる対象としていた生態補償とも異なるものである。

本稿では、山東省における地方水汚染新基準が如何なるものであるかを、対象区域、国家基準との比較などから考察したうえで、その実効性を向上させるための一連の諸政策、特に生態補償制度の内容を検討する。次いで、統計データからこれらの制度の影響と効果を検証する。

本稿の構成は次のとおりである。第Ⅱ章では、山東省南水北調東線プロジェクトの概況について南四湖を事例に概説する。第Ⅲ章では新基準の内容を検討する。第Ⅳ章では、新基準の達

成を促すために実施されるようになった生態補償制度について詳しく説明し、第V章では、新基準及び関連政策の政策効果について統計データをもとに検討する。以上により、地方新基準が地域に与える影響、新たな補償制度導入による政策面での変革、環境改善効果を多面的に検証し、地方新基準及び関連政策の実状について考察する。

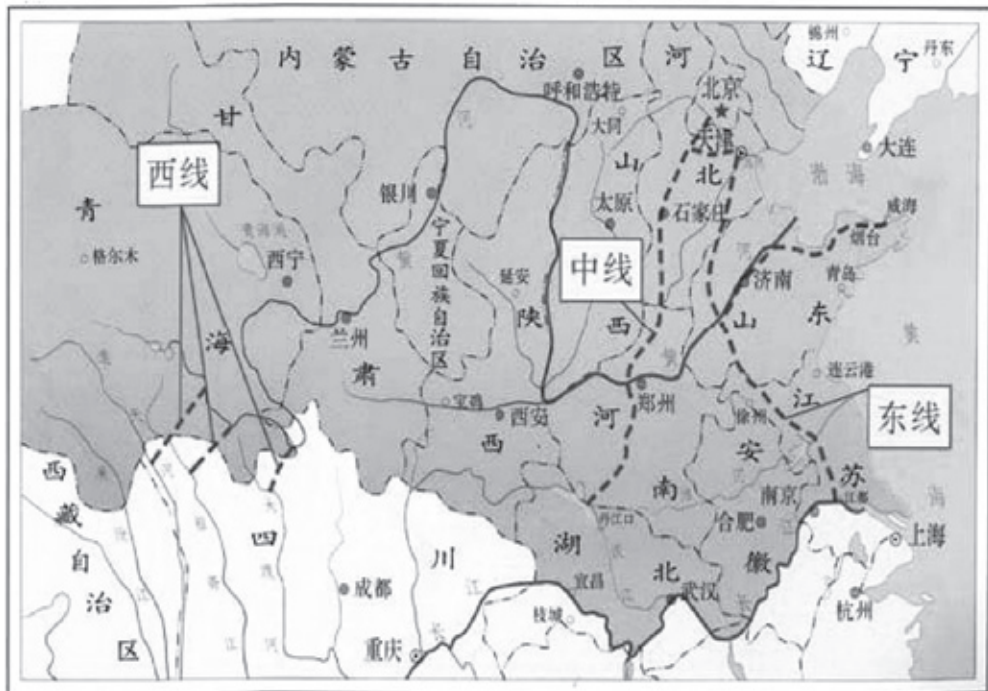
II. 山東省南水北調東線沿線の概況

1. 山東省と南水北調東線プロジェクト

南水北調東線プロジェクトは、世界でも類を見ない巨大な規模で流域を跨ぐ水資源調達手段である「南水北調計画」の一部を構成しており、長江、淮河、黄河、海河の4大流域を跨ぎ、その水供給範囲は江蘇省、安徽省、山東省、河北省、天津市の5省・直轄市に及ぶ(図1参照)。山東省における南水北調東線プロジェクトの幹線水路は487kmで、受水域の総面積は約6.9万km²、その範囲は南四湖、東平湖、沂沐河、小清河、山東省管轄の海河五大流域、済南、淄博、棗庄、済寧、泰安、萊蕪、臨沂、德州、聊城、荷澤等10市、57県(県級市・区)に及ぶ⁴。

図1 南水北調プロジェクト(西線・中線・東線)全体図

南水北調工程总体布局图



出所：三峡水利水電信息資源網

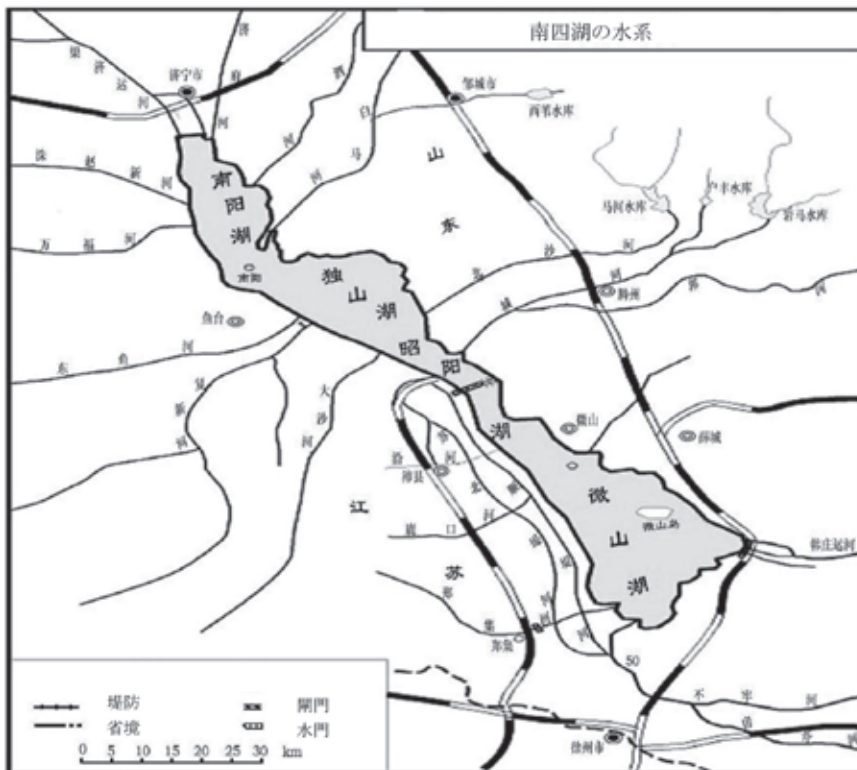
(<http://www.tgcep.cn/slsd/slge/03.html>, 2011年6月22日アクセス)。

南水北調東線プロジェクトの主な目的は、長江下流から水を調達し、黄淮海平原東部と山東半島へ水資源を補充することである。主な目標は、東線プロジェクトの幹線水路に水資源を調達し、山東半島の都市用水、工業用水、淮北の一部地区の農業用水供給状況を改善し、北方農業と一部の生態環境用水⁵へ供給することである。東線による年間の配水量は、148億 m^3 にも及ぶ。東線の第一期工事は2002年12月27日に施工され、2013年に全線通水が予定されている⁶。

2. 山東省南水北調東線沿線の概況—南四湖を事例に

南四湖は、南水北調東線プロジェクトの主要経路であり、汚染対策及び生態環境の改善がとりわけ重要な水域となっている。南四湖は江蘇省、山東省両省を跨ぎ、南陽湖、独山湖、昭陽湖、微山湖の4湖の総称で、山東省最大の湖、中国十大淡水湖の一つである。南北の長さは126km、東西は5～25km、周囲は311km、湖沼面積は1178 km^2 、総貯水量は約47.3億 m^3 である。湖に流入する主要な河川は53河川あり、その中で流域面積が1000 km^2 以上の河川は洒湖、梁濟運河、白馬河、洙趙新河、老万福河、復頭河、城郭河、東魚河、光府河、新薛河、新万福河の11河川である(図2参照)。南四湖は水深が浅い平原の湖沼で、典型的な湿地湖沼の生態的な特徴を有しており、「中国重要湿地名簿」に登録され、国家級の自然保護区に指定されている。

図2 南四湖の水系



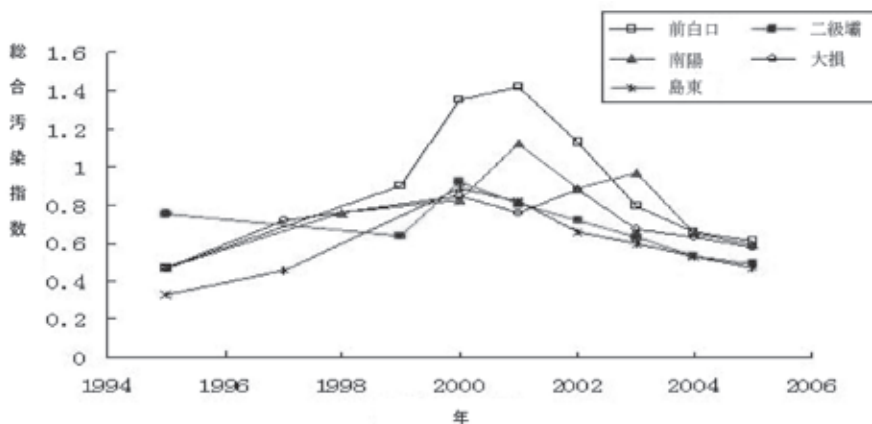
南四湖流域の総面積は約2.95万km²で流域内人口は1961万人に達する。南四湖は、貯水、洪水防止、水産、水上運輸、観光旅行及び江蘇、山東両省の14県・市区に工業用水を提供するなど、多面的な機能があり、江蘇、山東両省において重要な役割を担っている。南四湖流域は、山東省の済寧市、棗庄市、荷澤市、泰安市4市に及び、流域4市の域内総生産は1555.96億元、一人当たり GRP は7933.84元である。

南四湖流域は、中国の主要な穀物と綿花の生産地でもある。経済の急成長により、南四湖の生態環境は悪化してきた。南水北調東線プロジェクトが着工されたのは2002年であるが、それまでの南四湖は過剰な耕地造成と流入する工業、生活排水により、水質は劣V類⁷にまで悪化し、天然湿地は破壊され⁸、魚類、水鳥が死滅した「死湖」と位置づけられていた⁹。

1995年から2005年までの各モニタリング断面の汚染を示すデータによれば、南四湖の水質は2000～2001年の最も汚染された状況から徐々に改善の傾向にあるものの、各地区によって水質に違いがみられる¹⁰。5つのモニタリング断面における各年の汚染状況は異なっているが、徐々に汚染度が下がり、モニタリング断面間の差異が小さくなっている。

南四湖流域内の主要な汚染源は工業排水、生活系排水と農業排水である。工業汚染では、製紙業、石炭、化学工業及び食品・飲料業がCOD (Chemical Oxygen Demand, 化学的酸素要求量) とアンモニア性窒素の主要な排出源であり、これら業種が工業排水総排出量の80%以上を占めている(2002年)¹¹。生活系排水による汚染では、2002年の南四湖流域の生活系排水量は5億9000万m³で、COD 総排出量は、17.2万トン(済寧、棗庄、荷澤及び江蘇省内の河川への排出量を含む)であった。これは、2002年のCOD 総排出量の48.5%を占め、工業汚染源によるCOD 排出総量を超過している¹²。農業排水汚染では、農薬、化学肥料残留物などが南四湖の主要な汚染源であり、農業面源で富栄養化の事件が頻発している。面源汚染(草地、畑地のように汚染源が面的に分布した汚染)を抑制することが重要な課題となっている。

図3 南四湖各モニタリング断面の総合汚染指数の変化(1995～2005年)



出所：山東省環境保護局「山東省水質監測公報」1995～2005年版より作成。

また、山東省では、新基準が執行された2006年においても、淮河流域（省管轄区域）で依然として28.6%のモニタリング断面の水質が国家環境保護計画目標を未達成、南水北調沿線で国家地表水基準Ⅲ類を達成した断面はわずか4.2%であった¹³。

このような状況を受けて、山東省は2006年3月に「山東省南水北調沿線水汚染物総合排放基準」、同年11月に「山東省南水北調工程沿線区域水污染防治条例」を公布し、南水北調沿線における水汚染物質排出、特に工業汚染に関して厳格な規制を導入した。なかでも、南四湖地区は新基準の影響を最も受ける区域である。そのため、南四湖区域の汚染改善が重要な重要施策として位置づけられた。このような工業、生活、漁業、水運及び自然資源の重要な拠点である南四湖を含めた幹線経路周辺区域に新基準を導入し、厳格な対策を求めたところが山東省の新政策の大きな特徴である。次章では、新基準の内容を国家基準との比較を含めて詳しく説明する。

Ⅲ. 新基準の内容

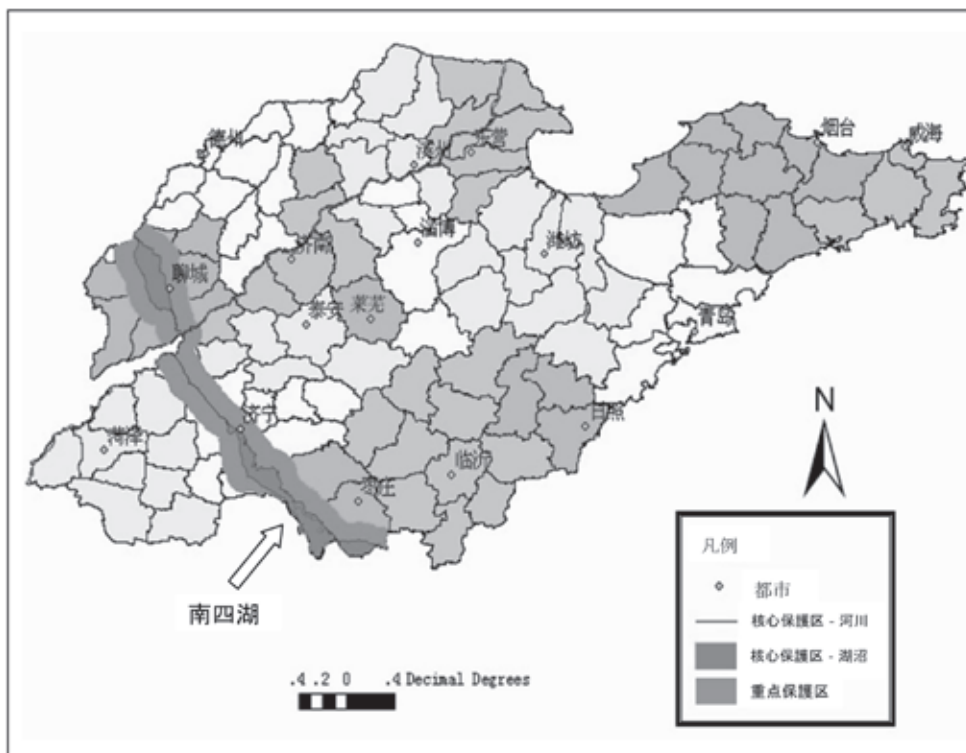
1. 新基準の対象区域—ゾーニング

南水北調東線プロジェクト沿線の目標水質基準である国家地表水基準Ⅲ類を達成するためには、南四湖を含む山東省南水北調沿線および受水域の水汚染状況の改善が不可欠となる。山東省は、2006年3月に「山東省南水北調沿線水汚染物総合排放基準」（以下、新基準）を公布、施行している。この新基準は、中国で初の流域に適用された汚染物質排出基準であり、南水北調沿線の汚染源に対して適用され、業種別の基準設定を廃止し、全業種に統一的な基準が適用されていること、区域により異なる基準を適用していることなど、これまでとは異なる制度設計がなされている¹⁴。

まず、山東省の新基準は、省内の南水北調沿線区域において、「核心保護区」、「重点保護区」、「一般保護区」の3区に分類され、適用される（図4）¹⁵。新基準は、汚染物質の排出濃度を規制するものである。規制対象は、沿線区域内において汚染物質を排出する全ての主体であるが、污水处理場に対しては別基準が適用される¹⁶。

まず、「核心保護区」とは、山東省南水北調東線プロジェクト幹線水路の堤防区域及びその周辺湖沼、水位により水没する区域である。この区域では、汚染物質の排出は一切禁止となる。また新規の排水口設置も禁止され、現在の排水口は、東線プロジェクトが通水する前に撤去される。次に、「重点保護区」とは、核心保護区から15km以内の集水域である。この区域においては、汚染物質が新基準に基づいて規制される。また、汚染がひどく、継続的に基準達成ができない企業に対しては、閉鎖、移転、運行停止措置がとられる¹⁷。最後に、「一般保護区」とは、核心保護区と重点保護区以外の南水北調沿線集水域である。この区域では、国家规定の水汚染物質排出基準である「污水総合排出基準」1級¹⁸をベースとした基準が適用される。な

図4 山東省の新基準対象区域と分類



お、南四湖周辺区域は核心保護区および重点保護区に該当する。「重点保護区」に該当する都市は、済南市、棗庄市、済寧市、泰安市、荷澤市、徳州市、聊城市で、「一般保護区」に該当する都市は、淄博市、臨沂市、萊蕪市、青島市、東営市、煙台市、濰坊市、威海市、日照市、濱州市である。

2. 新基準と国家基準の比較

新基準は、69種に及ぶ汚染物質の排出濃度を規定している。そのなかで、第一類汚染物質の13項目中、7項目が重金属（水銀、カドミウム、クロム、六価クロム、砒素、鉛、ニッケル）であり、重点保護区に適用される7項目の基準値は、污水総合排出基準よりも厳しく設定されている¹⁹。関連する汚染物質の濃度は、污水総合排出基準の10分の1～3分の1となっている。例えば、水銀は污水総合排出基準では0.05mg/Lであるが、重点保護区の新基準では0.005mg/Lである（表1参照）。なお、日本の水質汚濁防止法で規定されている排水基準（全国一律）と比較すると、重点保護区に適用される新基準は水銀、鉛、砒素が日本の基準と同水準、カドミウム、六価クロムは重点保護区新基準の方が厳しい基準となっている²⁰。

第二類汚染物質の56項目中で、水質に影響を与える20項（希釈倍数、浮遊物質、COD、石

表1 第一類汚染物質排出基準(濃度)の比較(単位: mg/l, 排出濃度限度値)

汚染物質	国家基準 (污水総合排出基準)	山東省新基準 重点保護区域	山東省新基準 一般保護区域
水銀	0.05	0.005	0.05
カドミウム	0.1	0.02	0.1
クロム	1.5	0.5	1.5
六価クロム	0.5	0.2	0.5
砒素	0.5	0.1	0.5
鉛	1.0	0.1	1.0
ニッケル	1	0.2	1

出所: 「污水総合排出基準」, 「山東省南水北調沿線水汚染物質総合排出基準」より作成。

油類, 揮発性フェノール, アンモニア性窒素, フッ素化合物など)の重点保護区に適用される基準値は, 污水総合排出基準1級より厳しく, その他の汚染物質は1級に準ずるよう規定されている²¹。また, 新基準では, 重点保護区内のCOD排出基準が業種別で適用されていないことが特徴的である。すなわち, 污水総合排出基準では, 特定の業種群により適用される基準が異なり, 60~100mg/Lとなっているが, 新基準では全業種に対して60mg/Lと規定されている(表2参照)。この他, 新基準は, 污水総合排出基準が1997年末以前と以後に創業した企業・事業所に対して異なる排出基準を適用している旧規定を廃止し, 統一的により厳格な基準を適用している。

以上のように, 新基準による重点保護区水汚染物質排出への濃度規制は厳しく設定され, 第一類, 第二類の汚染物質に対して特定業種への緩和的基準設定を廃止し, より厳格な統一的基

表2 第二類汚染物質排出基準(濃度)の比較(単位: mg/l, 排出濃度限度値)

汚染物質	適用主体	国家基準 (污水総合 排出基準)	国家基準 (污水総合 排出基準)	国家基準 (污水総合 排出基準)	山東省新基準 重点保護区域	山東省新基準 一般保護区域
		1級	2級	3級		
PH	全て	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
希釈倍数	染料業	50	180	-	40	50
	その他	50	80	-		
BOD ₅	アルコール、化学調味料	30	150	600	20	20
	二級污水处理場	20	30	-		
	その他	30	60	300		
COD	アルコール、化学調味料	100	300	1000	60	80(ビール工場)
	石油化学工業(石油精製含む)	100	150	500		60
	二級污水处理場	60	120	-		100
	その他	100	150	500		100
石油類	全て	10	10	30	3	5
揮発性フェノール	全て	0.5	0.5	2.0	0.2	0.5
アンモニア性窒素	医薬原料、染料、石油化学工業	15	50	-	10	15
	その他	15	25	-		

注: 山東省新基準の希釈倍数基準の適用範囲は医療機関を除く(医療機関は30mg/lを適用)。
出所: 「污水総合排出基準」, 「山東省南水北調沿線水汚染物質総合排出基準」より作成。

準を適用している。

3. 重点保護区における新基準の期待される汚染削減効果

ここでは、新基準が適用されることにより、新たにどれだけの汚染物質排出量の削減効果が見込まれるかについて検討したい。南水北調東線における山東省の受水域総面積は7万km²に及び、区内には53の県級市が存在する。このうち、山東省の東平湖以南における重点保護区の面積は約500km²で、主要な都市は梁山、済寧、魚台、微山、薛城である。

2000年の受水域における汚水排出量は9.05億トンであり、COD排出量は31.3万トン、COD濃度平均値は346mg/Lであった。国家基準である汚水総合排出基準を執行することで達成されるCOD除去率は71.1%である。一方、仮に、南水北調東線沿線受水域の全域で新基準を実行するとすれば、COD除去率は82.7%、アンモニア性窒素除去率は70.6%に向上することになる。新基準により、汚水総合排出基準に上乘せられる削減率はそれぞれ、11.6%、14.7%となる。重点保護区は約500km²にすぎないが、保護区には5つの都市があるため、汚染物質排出量が多い。例えば済寧市では50万以上の人々が居住し、汚染物質排出量の多い工業が多く、年間の汚染物質排出量は7,000万トン以上で、受水域の汚染物質排出総量の7.7%を占める。済寧市で新基準を実行することにより、少なくともCOD排出量は5,500トン、アンモニア性窒素排出量は680トン減少する。15%以上の除去率の向上が見込まれる。

以上から明らかのように、重点保護区に適用される新基準は現行の国家基準である汚水総合排出基準よりも厳しく、対象企業にとってはより高度な汚水処理が求められるようになっていることが分かる。このような新基準を如何にして達成させていくかが重要な点となるが、山東省では独自の制度を実施することで実効性をあげようとしている。新基準の制定以前にも、山東省は南水北調沿線の水質改善のためにいくつかの措置を採ってきた。最も際立つ政策措置としては、省内の各大流域の一部の重点汚染企業の閉鎖、生産、営業の停止措置がある。新基準の制定以後は、「全省重点廃水企業及城市汚水処理場COD・アンモニア性窒素執行排出基準」、「山東省小清河流域水汚染総合排出基準」などいくつかの地方基準を制定し、新基準と相互に補完しながら、南水北調東線沿線の水汚染物質の排出を制限し、水環境管理を強化している。これらは主に、新基準を補完する形で実行されているものである。

山東省では、より実効性を伴う水質の改善と南北水調水質目標を達成するために、特徴的な補助金政策を実施している。それが、山東省および省内の市・県が新基準達成のために行っている補償制度である。これは生態補償制度と呼ばれ、2007年に「関于在南水北調黄河以南段及省轄淮河流域開展生態補償試点的實施意見（南水北調黄河以南及び山東省管轄の淮河流域における生態補償試行地区に対する意見）」、2008年には「山東省生態補償資金管理弁法（山東省における生態補償資金管理の方法）」が制定された。この制度は、新基準達成のために、既に国家基準を満たしているにも関わらず、さらに高度処理が必要となる企業などに一定の補償を行

う制度である。すなわち、重点保護区に所在する企業等が新基準を達成するための政府による支援的措置である。

次章では、この新基準を補完する目的で実施されている生態補償制度の具体的内容および実施状況を明らかにする。

IV. 生態補償制度

1. 水汚染新基準と生態補償制度

山東省政府は、新基準および関連条例等の順守と実効性を確保するため、2007年に「関于在南水北調黄河以南段及省轄淮河流域開展生態補償試点的実施意見（以下、試点意見）」、2008年に「山東省生態補償資金管理弁法」を公布し、2007年から2010年に大規模な「生態補償制度」を実施する計画を立てた。2007年からは南水北調沿線の淮河流域と小河川流域の12市64県（市、区）、すなわち南四湖、東平湖と小河川で制度を開始し、2008年からは省全体の重点対策流域で生態補償制度を行っている。

山東省における生態補償制度とは、南水北調プロジェクトに関連して実行する生態保護や新基準など関連政策の実施により水汚染対策を行う主体に対し、一定の経済的補償を行う制度である²²。このなかで、污水处理分野における補償とは、新基準対応への補助的な措置であり、すでに国家基準（污水総合排出基準）を達成しているが新基準により更なる削減義務が生じる排出企業、污水处理工程の改善及びより高度な処理を確立しようとする主体に対し、一定額の補助金を与える制度である。2007年の試点意見では、2007年から2010年の期間に、省と市が共同で27.5億元の資金をこの生態補償のために調達し、流域沿線の済南、淄博、棗庄等12市の69件（市・区）において生態補償プロジェクトを試行する計画が立てられた。

生態補償の資金は、省政府と生態補償プロジェクト対象市が共同で捻出することになっている。まず、捻出する生態補償資金の資金額については、生態補償対象の各市が生態補償対象各県の前年度のCOD、アンモニア性窒素の総排出量を環境保護部規定の汚染削減コスト（CODは3500元／トン、アンモニア性窒素は4375元／トン）に乗じて、各市の総汚染削減費用を計算する。次に、各市はその総汚染削減費用の20%にあたる資金を生態補償資金として捻出する。この財源は、排污費（汚染賦課金）、予算配分された環境保護資金、その他資金である（以下の式及び図5参照）。なお、計算式に基づいて泰安市の2007年の生態補償調達資金を計算すると、約2,350万元となる²³。

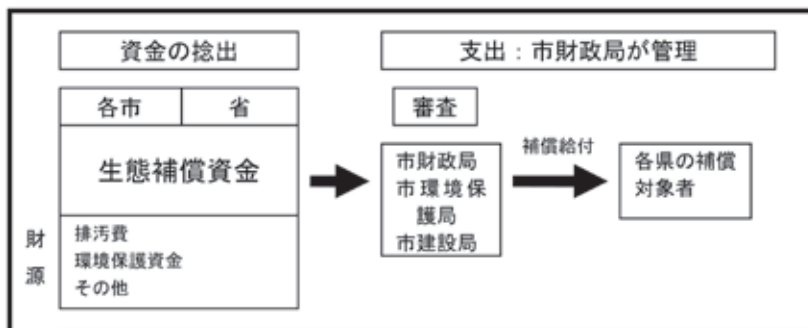
<p>・各市の生態補償資金＝ (前年度 COD 総排出量 × 3500元/t + 前年度アンモニア性窒素排出量 × 4375元/t) × 0.2</p>

次に、省政府は、各地の流域の環境状況、経済発展水準、上流、下流関係などを考慮し、生

生態補償資金を提供する。2007年の「南水北調黄河以南段及省轄淮河流域補償資金調達法案」では、省財政からの支出が2.52億元、流域内の各生態補償モデル市は1.68億元とその比率は1.5対1であり、生態補償総資金は4.2億元であった。一方、小河川流域では、省財政は毎年1.43億元、流域内の5市は1.43億元を支出し、その比率は1対1で、総生態補償資金は2.86億元であった²⁴。省政府が支出する生態補償資金の財源は、三河三湖水汚染財政補助資金²⁵、省級予算配分による環境保護特別資金、排污費及び都市污水、廃棄物処理特別資金などである²⁶。

この仕組みにおいては、山東省の生態補償プロジェクト対象各市は市管轄の各県における前年度のCOD、アンモニア性窒素排出量に基づいて補償資金を捻出する必要があるため、各県の両汚染指標の排出量を減らすことで生態補償資金への支出を減らすことができる。そのため、生態補償資金への支出が財政面で負担となる各市に一定の汚染削減のインセンティブをもたらすと考えられる。しかしながら、生態補償資金の財源が、従来から予算に組み込まれている排污費や環境保護資金であるため、これらの資金の本来の活用にとってどの程度の制約を与えているかの程度により、汚染削減のインセンティブを与えていない可能性もある。

図5 山東省における生態補償資金の基本構造



また、生態補償の補償対象は主に以下の5項である（以下は、「試点意見」を基に泰安市が制定した「泰安市人民政府弁公室關於在南水北調黄河以南段及省轄淮河流域開展生態補償試点工作的實施意見」による）。

(1) 退耕還湿（湿地を開墾してできた耕地を湿地に戻すこと）の実施により、耕地面積が減少する農民。具体的には、退耕面積（耕地を元に戻す面積）に基づいて測定、計算し、退耕還湿実施の第1年度においては、原則として前年度の同等地の純収入の100%が補償される。第二年度は、純収入の60%が補償され、第三年度以降は湿地作物による収入が見込まれるため、補償が無くなる。具体的な補償水準は各県（市・区）が当地の状況を考慮して確定する。

(2) 流域内においてすでに国家基準（污水総合排出基準）に達しているが、山東省地方規定の「南水北調沿線水汚染物質排出基準」（新基準）が未達成のために、さらに高度な処理あるいは現行の污水处理工程の改善により、処理能力を向上する工業企業。都市污水管に接続して

いる状況で高度処理を実施する企業（都市污水管への排出以前に処理）に対しては、污水处理費（年間支払い分）の50%を一時的に補償する。現行の污水处理工程を改善する場合、総汚染物質削減に要する処理費用の50%を一時的に補償する。

(3) 国家基準に達しているが、「南水北調沿線産業構造調整」の実施により、閉鎖・生産営業の停止、あるいは郊外へ移転することを余儀なくされた工業企業に対しては、現行の国家および地方政府の政策に基づき、適当な額の補助を与える。

(4) 污水处理場、廃棄物処理場を新規建設あるいは既存施設を規模拡張する場合、低利融資などの奨励型の方法で一定の補償を与える。

(5) 上記4項目において補償を行ったうえで、補償資金が余った場合、省、市の審査を経たうえで、重点水汚染点源汚染防止プロジェクト、あるいはその他区域の流域総合汚染防止プロジェクトへ支出する。

以上のように、生態補償制度とは、南水北調計画に付随する水環境改善のため、各種政策措置を実行するにあたって、補償や補助金を支給する制度である。2007年から2010年にこのようなメカニズムに基づいて実際に支出した資金は、省が15.8億元、各市が11.7億元で合計27.5億元となり、毎年約6.9億元が各地の生態補償制度のために支出された。2007年には、省は3.95億元、各市は3.11億元を支出している²⁷。

なお、この生態補償資金が各地でどの企業、どの項目及び主体に対して具体的にどの程度の金額が支払われているかということについては現時点では詳細なデータは整備、公開されていない。生態補償対象市の一つである臨沂市では、2007年度の生態補償資金の総額が6,000万円で、そのうち、上記(4)の新規あるいは規模を拡張する污水处理場と廃棄物処理場への支出が977.6万であったことのみが公表されている²⁸。また、泰安市では、2007年に生態補償資金1,707万元を33のプロジェクトに支出し、9000万元余りの企業投資を誘引したという報告がある²⁹。

2. 上流・下流での生態補償資金の配分³⁰

生態補償制度の応用施策として、上流、下流間で生態補償資金の配分、活用も行われている。山東省大汶河流域では、流入河川の一つである東平湖が南水北調東線プロジェクトの重要な貯水湖であり、その流域は萊蕪市、泰安市の二市のみである。そのため、上流（萊蕪市）、下流（泰安市）の区分、汚染責任の区分が明確で、上流、下流間での協議による生態補償方式が採られることになった。2008年4月に山東省は「大汶河流域上下流協議生態補償試点弁法（大汶河流域上・下流における生態補償の試験的方法）」を制定し、省財政庁、泰安市、萊蕪市が共同で2000万元（このうち省が1200万元を調達）の生態補償資金を調達し、上流、下流で新たな資金配分の方式を採用した。制度の内容は以下のとおりである。

上流の萊蕪市（流域）の水質が前年に比べて改善した場合、下流の泰安市が生態補償資金を

支出する。逆の場合は、上流の萊蕪市が生態補償資金を支出する。東平湖の水質が前年に比べて改善された場合、省が生態補償資金を支出する。逆に東平湖の水質が前年に比べて悪化した場合、泰安市が省に補償資金を支出する。水質の状況については、萊蕪市は大汶河角峪のモニタリング断面、泰安市は東平湖の湖心をモニタリング断面として前年度のCODとアンモニア性窒素の年平均値を測定する。

この方式により、2008年に泰安市は萊蕪市に生態補償資金を165万元、省財政は泰安市に124万元を支払った。すなわち、上流の萊蕪市流域の水質が前年に比べて改善し、東平湖の水質が改善したことを意味している。このような上流、下流の区分でその責任を流域の各市政府に明確化し、流域の汚染に対して連帯責任を負わせ、汚染の改善状況で生態補償資金の配分を調整することで、流域各市に対して水質改善へのインセンティブを与えることを意図している。

V. 新基準及び生態補償の政策効果の検討

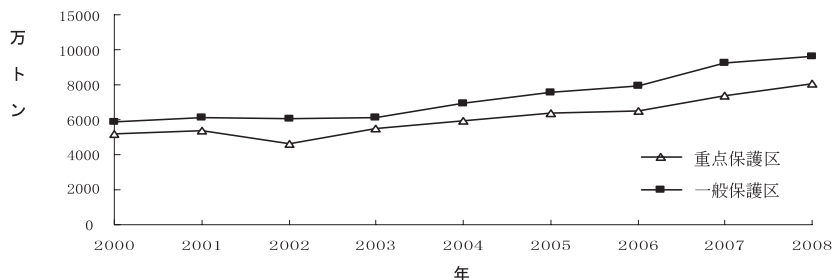
1. 工業COD及び環境関連投資額

本章では、公表されている統計データと情報により、新基準及び関連諸政策の効果について検討する。とりわけ新基準が開始された2006年以降の数値の変化に着目し、重点保護区、一般保護区における工業排水排出総量、COD排出量、COD除去量、工業排水汚染除去プロジェクト投資額についてみる。特に、国家基準よりも厳しい基準が適用された重点保護区の動向に着目する。

山東省統計局によれば、南水北調東線沿線「重点保護区」に該当する都市は、済南、棗庄、済寧、泰安、荷澤、德州、聊城の7市であり、一般保護区に該当する都市は淄博、臨沂、萊蕪、青島、東營、煙台、濰坊、威海、日照、濱州の10市である。以下では、両保護区に該当する各都市の各年データから総計を出し、平均値を算出した。まず、工業排水排出総量(平均)の推移は以下の通りである(図6)。

これによれば、一般保護区、重点保護区の双方において工業排水排出量は一貫して増加傾向

図6 工業排水排出総量(平均)の推移(2000~2008年)

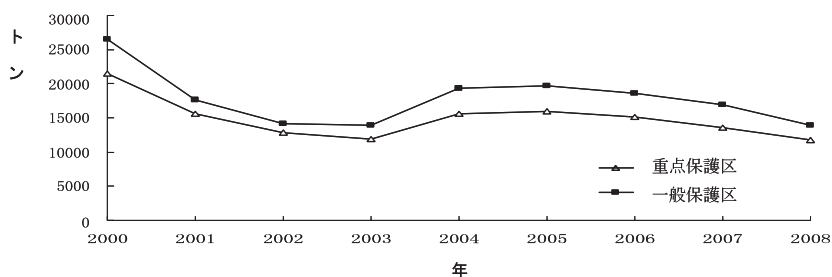


出所：山東省統計局『山東統計年鑑』2001~2009年版より作成。

にあり、新基準が導入された2006年を基点として減少している傾向はみられない。むしろ2006年以降の排出量は増加していることから、新基準は工業排水排出総量には影響を与えていないといえる。これは、新基準の主な規制対象が汚染物質の濃度規制であるためである。濃度規制は、特定施設の新增設に伴う負荷量全体の増大、また濃度規制に適合させるための排水の希釈等に有効に対処できないという点での制度的限界が指摘されている³¹。制度実施以後に排水排出量が増加していることは、汚染物質の希釈が行われた可能性もある。

一方、重点保護区及び一般保護区に所在する都市の工業排水 COD 排出量の推移は以下の通りである(図7)。これによれば、両区の COD 排出量は新基準導入の2006年以降減少している。

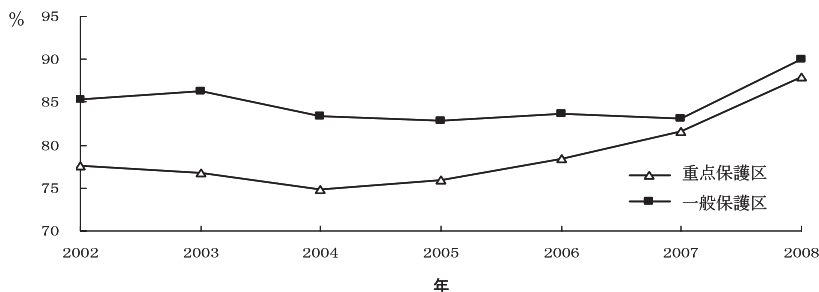
図7 工業排水 COD 排出量(平均)の推移(2000~2008年)



出所：山東省統計局『山東統計年鑑』2001~2009年版より作成。

次に、重点保護区、一般保護区における工業排水 COD 除去率の推移についてみる。これによれば、重点保護区の COD 除去率が2006年から高まっており、一般保護区でも2007年から2008年に大きく上昇している。(図8)。特に重点保護区では2006年の新基準の開始後、汚染物質排出の各単位が COD 除去率を高めている傾向を示している。

図8 工業排水 COD 除去率(平均)の推移(2002~2008年)

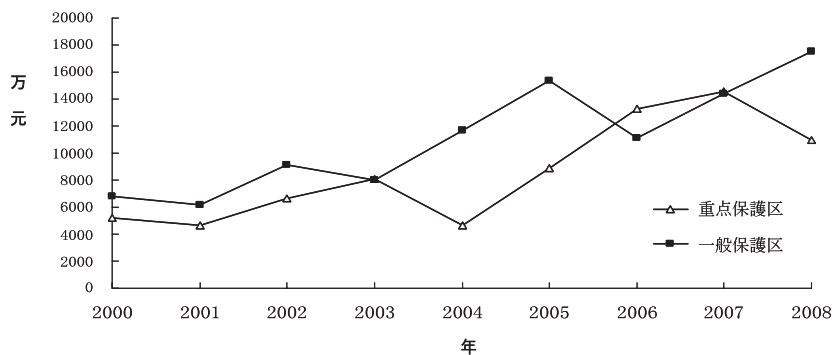


出所：山東省統計局『山東統計年鑑』2002~2009年版より作成。

以上の統計データから、新基準の実施は重点保護区の COD 削減や除去率の向上に効果を示している。新基準の汚染物質排出量への影響は、今後徐々に現れる可能性もある。

最後に、重点保護区と一般保護区に所在する都市の工業排水汚染除去プロジェクト投資額(平均)の推移は以下の通りである(図9)。

図9 工業排水汚染除去プロジェクト投資額(平均)の推移(2000~2008年)



出所：山東省統計局『山東統計年鑑』2001~2009年版より作成。

2006年を起点に一般保護区においては投資額が増加傾向にあるが、重点保護区では2007年から2008年にかけて減少している。この統計データには、生態補償資金による補助額は含まれていないが、生態補償資金は重点保護区への補償を行うため、今後は同区への投資増を誘引する可能性もある。

2. 退耕還湿と生態補償制度

生態補償制度がどの程度、山東省南水北調東線沿線の水環境改善に貢献しているかについては、いくつかの報告がある。例えば、湿地回復への生態補償は、2007年以降の資金調達メカニズムが確立される以前から行われてきており、その成果が報告されている。2005年以降、生態補償制度が南四湖流域で実施され、2007年までに4,000万元の生態補償資金が投入された。特に微山県では、南四湖「退耕還湿」と人口湿地の造成保護プロジェクトが進展し、汚染物質を浄化する湿地作物であるヨシタケの種植えなどを農民に奨励し、農民に無償でハスとヨシタケの種苗を提供するだけでなく、「退耕還湿」の畑面積1ムーごとに300元、水域1ムーごとに200元を2年間全額補助している。微山県が「退耕還湿」で補償を行った農民はすでに1,000戸以上に達し、2年後にはヨシタケ、ハスの造成規模は、1ムーあたりの作況が800元以上であり、「退耕還湿」以前の収入よりも高くなっている。また、微山県政府は三大製紙企業である太陽紙業、曲阜市造紙廠、泗水華新集団との間でヨシタケの終身買い上げ契約に調印し、販売と流通を保証している。現在、南四湖では、1.5万ムーの地を人口湿地に転換することに成功し、湖面は当時の1,000km²から、1,200km²まで拡大し、水質はV類からIII類近くにまで改善しているという³²。

おわりに

山東省の水汚染新基準および関連水汚染対策は、直接規制である濃度新基準の設定、規制対象区域の明確化（ゾーニング）、補助金（生態補償制度）制度のポリシーミックスで行われている。新基準は重点対策区域においてその多くが国家基準一級よりも厳しく設定され、制度実施区域のCOD除去については効果をもたらしつつある。また、新基準は南水北調計画という巨大な水利プロジェクトに付随する政策措置であるという側面から、地域に新たな独自の補償制度と制度を支える財源調達法を確立させた。補償制度の仕組みでは、省政府、生態補償対象の市が前年度のCOD、アンモニア性窒素排出量に基づいて共同で資金を捻出するというシステムになっており、対象地域がこれらの汚染物質排出総量を削減すればするほど、「生態補償資金」への支出が低減するという仕組みになっている。また、上流・下流間でその汚染責任を明確化し、水質状況により生態補償資金を配分することで、流域内の各市に削減インセンティブを与える仕組みも構築している。

山東省の新基準の特徴としては、特に以下の2点が挙げられる。第一に、新基準を国家基準と比較すると、新基準は業種別の基準設定ではなく、区域別の基準設定がなされている。重点保護区における新基準27項目（第1類汚染物質7項目と第2類汚染物質20項目）における濃度規制は、国家基準である污水総合排出基準よりも厳しく設定されている。

第二に、新基準の実施は、工業企業のCOD排出を制限し、いくつかの企業に対しては減産、閉鎖、営業停止措置すら行われているため、地方経済や産業に直接的な影響を与えている可能性がある。一方で、新基準への対応を余儀なくされる企業に対しては、生態補償制度による補助が行われている。このような新基準達成のための生態補償制度は実施から未だ3年余しか経過していないため、この制度が新基準の達成や新基準の補完的措置としてどの程度寄与しているかは今後の制度の進展とともに再評価が必要である。

本稿では生態補償制度が各地でどのように配分、支出され、どのような効果を上げているかについては十分な分析ができなかった。今後は、この補償、補助金制度が直接規制（地方水汚染新基準）をどの程度補完する役割を果たしているのか、他の制度（例えば、生態補償資金の財源となっている排污費制度）にどういった影響を与えているのか、といった諸点も重要な検討課題である。

註

- 1 中華人民共和国国务院弁公庁 (http://www.gov.cn/xxgk/pub/govpublic/mrlm/200803/t20080328_31785.html, 2011年6月22日アクセス)
- 2 中華人民共和国国家統計局編 (2008), p.50.
- 3 生態補償はこのような汚染対策を行う主体に対する補償だけでなく、南水北調沿線の水質と生

- 態環境の改善のため、「退耕還湿」と呼ばれる湿地を開墾してできた耕地を湿地に戻す政策により、耕地面積が減少する農民に対する補償も行っている。
- 4 『済南時報』2006年11月8日「我国首都南水北調污染防治地方法規將出台」。
 - 5 片岡(2008)は、生態環境用水とは、日本の河川管理における河川維持用水に相当するとしている。
 - 6 『新京報』2009年1月28日。
 - 7 中国の河川・湖沼の水質基準は、COD、生物化学的酸素要求量(BOD)、アンモニア、リン、総窒素、など計21項目で評価され、I~V類(Iが最も良く、Vが最も悪化している)に分類される。劣V類とは、最低基準のV類にも満たないことを示している。
 - 8 中国の湿地の減少、汚染問題に関しては、陳(2008)を参照。
 - 9 「新華社通信」2007年12月31日。
 - 10 総合汚染指数とは、モニタリング断面における各汚染物質の濃度、基準値等から算出された汚染度を示す指数である。値が高いほど汚染が進行していることを示す。
 - 11 山東省環境保護局(2003)「2002年度山東省環境状況公報」
 - 12 同上。
 - 13 『21世紀経済報道』「籌27.5億山東啓動中国最大省流域生態補償試点」
(<http://www.sdnews.com.cn/news/2007/11/27/334203.html>, 2011年6月22日アクセス)
 - 14 その他地域での地方レベルでの新基準(上乘せ基準)としては、2008年から江蘇省が実施している。水落(2009)参照。
 - 15 「山東省南水北調工程沿線区域水污染防治条例」による。
 - 16 污水处理場に対しては、「城鎮污水处理場汚染物排放標準」における1級基準のA、B基準が適用される(「山東省南水北調沿線水汚染物綜合排放基準」4.4.2による)。
 - 17 「山東省南水北調工程沿線区域水污染防治条例」第27条。
 - 18 「污水綜合排出基準」は、第二類汚染物質に対して1級~3級の基準が設定され、1級が最も厳しく、3級が最も緩い。なお、第一類汚染物質に対しては、等級の区別は無い。
 - 19 第一類汚染物質とは、水環境あるいは動植物の体内に蓄積した場合、人体に長期的な悪影響を及ぼす有害物質を指す。
 - 20 日本の排水基準は、総務省 e-Gov を参照
(<http://law.e-gov.go.jp/htldata/S46/S46F03101000035.html>, 2011年6月22日アクセス)。
 - 21 第二類汚染物質とは、第一類汚染物質よりも人体への影響が少ない有害物質を指す。
 - 22 生態補償制度とは、生態サービス機能の維持、回復、改善のために、利害関係者の環境利益及び経済利益の分配関係を調整し、関連諸活動により発生する外部費用の内部化を原則とする経済奨励策である。2007年9月に国家環境保護総局が「關於開展生態補償試点工作的指導意見」を發布し、「自然保護区」、「重要生態功能区」、「鉍物資源開發」、「流域水環境保護」の4領域に

- において、生態補償の試行を展開している（環境科学大辞典編集委員会（2008），p.566）。
- 23 2006年の泰安市 COD 排出量 $29,895 \text{トン} \times 3,500 + \text{アンモニア性窒素排出量} 2,973 \text{トン} \times 4,375 \times 0.2 = 235,278.75$ 。市の排出量の数値は、『山東省統計年鑑2007』p.652による。
 - 24 『21世紀経済報道』「籌27.5億山東啓動中国最大省流域生態補償試点」
(<http://www.sdnews.com.cn/news/2007/11/27/334203.html>, 2011年6月22日アクセス)
 - 25 三河とは淮河、遼河、海河、三湖とは太湖、巢湖、滇池のこと。
 - 26 山東省人民政府（2008）「山東省生態補償資金管理弁法」第4章第6条。なお、財源となるこれらの資金は新基準制定以前から省予算に特別会計として組み込まれているものである。
 - 27 前掲13。
 - 28 臨沂市財政局・環境保護局（2007），添付書類2の「2007年全市生態補償資金額度分配表」による。
 - 29 泰安市財政局「我市四路並進促進環境保護和生態建設」，2008年5月9日。
 - 30 以下の内容は、『中国财经報』2009年12月28日「山東省首次現上下流協議生態補償」及び『人民日報』2008年7月31日「山東：連環責任保水質」による。
 - 31 日本水環境学会（2009），pp.131-32。
 - 32 『齊魯晚報』2007年9月17日「微山全面啓動“生態補償”機制」。

参考文献

- 中国語文献（ピンインのアルファベット順）
- 『21世紀経済報道』2007年11月27日版，「籌27.5億山東啓動中国最大省流域生態補償試点」。
- 国家環境保護局（1996）「污水総合排放基準」（GB8978-1996）。
- 環境科学大辞典編集委員会（2008）『環境科学大辞典（改訂版）』，中国環境科学出版社。
- 『済南時報』2006年11月8日「我国首都南水北調汚染防治地方法規將出台」。
- 『齊魯晚報』2007年9月17日「微山全面啓動“生態補償”機制」。
- 李齊雲・湯群（2008）「基于生態補償的横向轉移仕付制度探討」『地方財政研究』2008年12月第12期，pp.35-40。
- 臨沂市財政局・環境保護局（2007）「2007年南水北調黄河以南段及省轄淮河流域生態補償試点項目審報指南」（<http://www.lyhb.gov.cn/html/wenjiantongzhi/shihuanbaoju/20070816/763.html>，2011年6月22日アクセス）。
- 『人民日報』2008年7月31日「山東：連環責任保水質」
(<http://house.people.com.cn/GB/7588849.html>，2011年6月22日アクセス）。
- 山東省環境保護局「山東省環境狀況公報」2000～2007年版。
——「山東省水質監測公報」1995～2005年版。
- 山東省環境保護局・山東省質量技術監督局（2006）「山東省南水北調沿線水污染物総合排放基準」

(山東省地方基準 DB37/599-2006)

(http://www.sdein.gov.cn/art/2006/4/26/art_39_128539.html, 2011年6月22日アクセス).

山東省統計局『山東統計年鑑』2001～2009年版, 中国統計出版社.

山東省人民政府(2006)「山東省環境保護十一五規劃」

(http://www.sdein.gov.cn/art/2006/8/9/art_46_220054.html, 2011年6月22日アクセス).

——(2006)「山東省南水北調工程沿線区域水污染防治条例」

(http://www.sdein.gov.cn/art/2006/12/1/art_34_220013.html, 2011年6月22日アクセス).

——(2008)「山東省生態補償資金管理弁法」.

泰安市(2007)「泰安市人民政府弁公室關於在南水北調黄河以南段及省轄淮河流域開展生態補償試
点工作的實施意見」(泰政弁發「2007」49号).

新華社通信「我国利用生態方法解決南水北調污染問題」2007年12月31日.

『新京報』2009年1月28日.

許鳳丹・阮本清・王成麗(2010)『流域生態補償理論探索与案例研究』中国水利水電出版社.

鄭海霞(2010)『中国流域生態補償服務補償機制与政策研究—基于典型案例的實証分析』中国經濟
出版社.

中華人民共和國国家統計局編(2008)『中国統計年鑑2008』中国統計出版社.

『中国財經報』2009年12月28日, 「山東省首次現上下流協議生態補償」

(<http://www.rsczj.gov.cn/show.asp?id=164>, 2011年6月22日アクセス).

日本語文献

片岡直樹(2008)「水資源の流域管理をめざす中国の制度改革」大塚健司編『流域ガバナンス—中
国・日本の課題と国際協力の展望』アジア經濟研究所.

陳克林(2008)「中国における湿地管理の現状と課題」大塚健司編『流域ガバナンス—中国・日本
の課題と国際協力の展望』アジア經濟研究所.

日本水環境学会(2009)『日本の水環境行政』(改訂版)ぎょうせい.

水落元之(2009)「太湖流域の水汚染問題の現状」大塚健司編『中国の水汚染問題解決に向けた流
域ガバナンスの構築—太湖流域におけるコミュニティ円卓会議の実験—』調査研究報告書, ア
ジア經濟研究所.

参考 URL

三峡水利水電信息資源網 (<http://www.tgcep.cn/slsd/slge/03.html>)

泰安市財政局 (<http://www.tacz.gov.cn>)

本稿は, 平成21～24年度科学研究費補助金(基盤研究〈B〉, 「東アジア環境共同体に向けた環境法・
行政・財政に関する国際比較研究」, 課題番号21310031)の研究成果の一部である.

The Impact of New Local Waste Water Pollutants Discharges Standard and the Compensation System in Shandong Province China: With the Relation to the East Route of South to North Water Division Project

Li Tianhong^{*}, Chiashi Akihiro^{**}, Liu Zhe^{***}

Abstract

Shandong is one of the leading economic growth province in China .Shandong is also the place where the water pollution is quite serious and must improve the situation to adapt the water quality goal of East route of South to North water division project. Since early 2006, Shandong province has started the new water pollution standard and related policies with relation to the East route of South to North water division project. This new standard has a unique compensation system and classified pollution control zones.

The purpose of this paper is to study the systems, laws and financial structure of the related policies.

As the result of the study, Shandong new water pollutants emission control standard for the specified protected area is clearly stricter than national governmental standard. The policy specified the three zones to apply the pollution discharge standard. In the area where strict standard is applied, if the firms don't continuously follow the standard, they even have to be closed, removed by the area. The compensation system was established to subsidize the firms which have to adapt the new standard. However, the distribution of the compensation money is not clear so far.

According to the statistics by the government, the new policies are effective to reduce COD volume in the regulated area. Shandong new water pollution control policies are policy-integration. It needs to evaluate the policies from various aspects to the improvement.

Keywords

Shandong province, Water pollution, East route of south to north water division project, New water pollutants standard, Compensation

* Correspondence to : Li Tianhong
College of Environmental Sciences and Engineering, Peking University / Associate professor

** Chiashi Akihiro
Faculty of International Relations, Ritsumeikan University / Lecturer
56-1 Toji-in kitamachi, Kita-ku, Kyoto 603-8577 Japan
E-mail : act27280@pl.ritsumeik.ac.jp

*** Liu Zhe
College of Environmental Sciences and Engineering, Peking University / Master's student

