

〈研究論文〉

中国における水質汚染問題と日中環境協力

祁 建民*

はじめに

改革開放以降、30年以上の高度経済成長を経て、中国は、世界第二位の経済大国となった一方、深刻な環境問題を発生させた。現代中国の環境問題の特徴は「都市部には空気、農村部には水」といわれる。農村部の水環境問題には、水不足と水質汚染の二つの問題が存在する。1949年以降、中国政府は開発主義に基づき、各地で積極的に水利建設を展開した。ダム建設や、機械によるさく井工事を行い、際限なく自然資源を開発してきた。その結果、華北地域の地下水は減少し、井戸の深さも1950年代の20～30メートルから現在の200～500メートルまでの深さに達した。さらに、1980年代からは地球温暖化や、山林伐採、鉱山の採掘などの影響で、河川の水量が大幅に減少し、大半のダムが枯渇した。一方、1980年代以降、水質汚染が深刻化した。淮河流域の民謡によれば、河の水は「1950年代には米がとげ野菜が洗える。1960年代には洗濯し灌漑できる。1980年代には魚とエビが全滅した。1990年代には下痢し、ガンにかかる。」¹黄河も淮河と非常に似通った傾向を示している。10年前に、日本の研究者は黄河について「现阶段の汚染度の深刻さからみれば、すぐさま著しく改善は望める状況にはないようだ」と指摘した。²黄河の上流にある乾燥地域におけるダ

ム灌漑は、河川の汚染を招き、内陸都市の排水は直接黄河に流れ込んだ。³現在の中国は、環境汚染被害事件が大量に勃発する時期に突入した。

中国農村地域の水と土壌汚染問題は、都市部より更に深刻である。その理由は次のとおりである。中国の96%の農村には排水と污水处理システムがなく、生活下水と零細企業の廃水及びゴミはほとんど処理されず放置されている。農村部に建設された工業団地の産業廃水はそのまま排出されている。また、中国の都市下水処理率はかなり低く、大半の生活廃水は農村部に流れ込んでいる。1970年代、中国全国における廃水の一日当たりの排出量は3,000～4,000万トンで、1980年代に7,500万トンになり、1995年に1億トンに達した。農村部ではまだ水道が整備されていないところが多く、約7000万人が質の悪い地下水を井戸で汲み上げてそのまま使用しているといわれている。⁴もう一つの問題は「面源汚染」である。即ち、化学肥料と農薬、動物用医薬品、魚病薬を大量に使用し、家畜のフンを処理しないことで、農村部の土壌、水と空気を広範囲にわたって汚染することである。

このように深刻な環境問題に対して、中国政府は真剣に対処し始めた。2015年4月に、中国政府は『水汚染の防止と整備行動計画』を發布し、深刻な水質汚染問題を全面的に解決し始め

*長崎県立大学国際社会学部教授

た。2016年10月、習近平総書記が主宰する中央全面改革深化指導小組が『河長制度の全面推進に関する意見』を採択し、中国共産党中央と中央政府は、地方行政機関の環境問題と政策の実施を厳しく監督し、チェックし始めた。このような水質汚染防止を含む環境保全の強化に伴い、中国の環境産業は発展の好機を迎えた。日本の浄水技術と節水技術は世界トップクラスであり、この分野での日中の協力は十分な可能性がある。特に、長崎県内ではハウステンボスの「新しい水代謝システムの構築」という技術が高く評価されており、中国の汚染水の処理や、生態環境の保護に大いに参考になる。長崎県内の水処理業界にとっては、新たなビジネスチャンスでもあると考える。

I. 水質汚染の状況

中国における河川と湖沼の水質基準は、COD、生物化学的酸素要求量（BOD）、アンモニア、リン、総窒素、金属類、石油分、フェノールなどの計21項目で評価されている。河川・湖沼の水質は次の五つに分類される。Ⅰ類：主に源流の水。国家自然保護区に適用。Ⅱ類：主に一級保護区の集中型生活飲用水（都市水道）の水源。貴重な魚類保護区、魚類・エビの産卵場などに適用。Ⅲ類：主に二級保護区の集中型生活飲用水の水源。一般の魚類保護区及び水泳区に適用。Ⅳ類：主に一般の工業用水区及び人に直接接触しない娯楽用水区に適用。Ⅴ類：主に農業用水区及び一般の景観に必要な水域に適用。劣Ⅴ類：処理していない下水のような、ひどい汚れがひと目でわかる水である。⁵

現在の中国の水質状況は、中国国家環境保護部の『2016年中国環境状況公報』によれば、2016年、全国1,940地点で国が監視測定した河川断

面において、Ⅰ類は47地点で2.4%であり、Ⅱ類は728地点で37.5%、Ⅲ類は541地点で27.9%、Ⅳ類は325地点で16.8%、Ⅴ類は133地点で6.9%、劣Ⅴ類は166地点で8.6%であった。全国七大流域（長江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、遼河）と西北諸河、西南諸河で国が監視測定した1,617地点の河川断面では、Ⅰ類は34地点で2.1%、Ⅱ類は676地点で41.8%、Ⅲ類は441地点で27.3%、Ⅳ類は217地点で13.4%、Ⅴ類は102地点で6.3%、劣Ⅴ類は147地点で9.1%であった。長江流域のⅤ類は4.5%、劣Ⅴ類は3.5%、黄河流域のⅤ類は6.6%、劣Ⅴ類は13.9%、珠江流域のⅤ類は1.8%、劣Ⅴ類は3.6%、松花江流域のⅤ類は3.7%、劣Ⅴ類は6.5%であった。淮河流域にはⅠ類はなく、Ⅴ類が15.6%、劣Ⅴ類が7.2%を占めた。海河流域はⅤ類8.7%、劣Ⅴ類41.0%で、最も深刻である。遼河流域のⅤ類は17.0%、劣Ⅴ類は15.1%であった。主な汚染物はCOD、BOD、アンモニアと総窒素などである。

湖沼では、全国112の主要湖沼は、Ⅰ類は8か所で7.1%、Ⅱ類は28か所で25.0%、Ⅲ類は38か所で33.9%、Ⅳ類は23か所で20.5%、Ⅴ類は6か所で5.4%、劣Ⅴ類は9か所で8.0%であった。しかし、全国三大湖の太湖、巢湖、滇池は全て汚染されていた。太湖では、Ⅰ類、Ⅱ類、そして劣Ⅴ類はなく、Ⅲ類は23.5%、Ⅳ類は70.6%、Ⅴ類は5.9%であった。巢湖では、Ⅰ類、Ⅱ類、Ⅲ類と劣Ⅴ類はなく、Ⅳ類は62.5%、Ⅴ類は37.5%であった。滇池は全てⅤ類である。主な汚染物はリン、COD、過マンガン酸カリウムなどである。⁶国際基準からみれば、中国の主な湖沼の窒素は5～20倍、リンは10～50倍に達している。⁷

水質汚染物の大半は農村部から発生する。現在農村部には毎年90億トンの汚染水が排出され

ているが、処理率は僅か22%で、地域間の格差も大きく、東部地域の処理率は34.1%、中部地域は13%、西部地域は12.4%しかない。一部の農村地域は環境保護の特別予算を積極的に獲得して、汚染処理施設を建設したが、竣工してから全く稼働せず、放置されたまま現在に至っている。例えば江蘇省では、195の汚染水処理施設の中で、146の施設が稼働していない。稼働率は10%以下である。⁸その理由は、まず、農村部の汚染水処理施設は竣工後、地元の郷鎮政府により管理されるが、郷鎮には施設を操作でき、そしてメンテナンスできる人材がない。次に、施設の稼働を維持し、修理する費用がない。第三に、農村部での汚染処理に関する新たな技術の普及が困難ということである。⁹近年、筆者が中国農村部で水汚染問題について現地調査を実施したS省P県D村は、昔から生活廃水とゴミを処理しておらず、近年、政府の環境ガバナンスモデル地域として選ばれ、立派な汚水処理所とゴミ収集場が建てられたが、竣工以降ほとんど使用されず、そのまま稼働していない。

これほど深刻な環境問題が起きたのは、一般的な環境に関する法律の整備不足や、環境技術開発の遅れといった原因のほか、中国特有の原因が存在するからである。

まず、水源大規模開発及び農村部進出企業や郷鎮企業による水汚染問題は、現代中国における官僚の昇進システムとの間に内在的関係がある。毛里和子が指摘するように、中国共産党というエリート集団には経済成長以外に統一政策はない。地方官僚は自らの出世のため、短期間のうちに水資源を最大限に開発し、汚染問題を無視して、できるだけ多くの企業を誘致し、その在任中にはGDPの増大しか考えず、環境問題への配慮が欠如している。²¹初頭の国家環境

局長は次のように指摘した。「一部の地方指導者は法律意識が希薄で、環境を犠牲にして、盲目的に経済の成長を追い求めている。無法地帯の工業地帯を保護している。工業団地が汚染源となって、社会矛盾を集中的に発生させている。」¹⁰その結果、水資源は過度に開発され、水質汚染企業は次々に農村部に進出しているのである。

次に、大量の汚染物質を排出する郷鎮企業の経営者は個人事業主や、公営企業の請負者、地域の権力者から形成されている。彼らは、地方政府と緊密な関係にある。また、郷鎮企業は地元の経済の発展に貢献し、納税額も大きいため、地方官僚は汚染水を排出する郷鎮企業に対して、厳しい管理手段を取らなかった。逆に上級行政機関の環境保護官庁が郷鎮企業を検分し、企業に環境汚染の罰金を科す際にも、地方官僚は企業側を守り、法執行を阻止した。また、農民たちが汚染企業に抗議する際、地方政府は企業側を擁護し続けている。地方の環境保護官庁は組織的なデータ改ざんを行い、国が設置した監視測定装置を改造してデータを操作している。2006年、全国の郷鎮企業の汚染水排出量は89.5億トンに上った。¹¹

現在、中国政府は環境問題に対して政治・組織的手段をとる。その理由は、地方政府がGDPの発展のため、また、環境管理行政機関の幹部が個人的な利益を得るため、頻繁に賄賂を受け取り、虚偽の報告をしているからである。例えば、山西省では、一部の会社は、環境管理官庁の幹部に長期間賄賂を贈ることで、汚染問題の処罰を免れた。山西省環境保護局長劉向東は、「鉄腕で汚染を整理する」ことで名高いが、実は、在任した7年の間に密かに企業の環境評価、環境検査、環境罰金及び環境整備資金の交付などを利用し、ほしいままに賄賂を要求して

いた。捜査が行われた際、劉の個人資産は1.2億人民元、さらに608.6万米ドル、728万香港ドル、56.6万ユーロに上っていた。賄賂と合法所得以外に、なお4,535万人民元、228万米ドル、568万香港ドル、さらに38.6万ユーロを保有しており、その大金の出所は不明である。¹²このような状況は、中国の環境問題がますます深刻化した理由の一つである。したがって、現在中国中央指導部は地方の環境問題に対しては、地方の政府責任者を厳しく監督し、チェックするようになった。中国において、1984年に水汚染管理に関する法律が採択され、1996年と2008年に二回改正されたが、この法律の執行は順調ではなく、環境管理機関の主な仕事といえば、環境関連法律に違反した会社に罰金を科す程度であった。

米本昌平は20数年前、「地球環境問題に、問題としての立体構造を明らかにする場合、科学的側面と政治的側面の、二方向から分析していく必要がある。」¹³と指摘した。中国の水質汚染問題を考察する際には、中国の政治構造との関わりに注目しなければならない。

第三に、農村部の大規模汚染源は農薬、化学肥料の乱用と畜産業である。中国の農薬使用量は1989年に20.62万トンで、1997年には39.45万トンに達した。農薬は10～20%しか農作物に定着せず、余剰分は雨水とともに土壌や、河川に流れ込んだ。改革開放以降、農村部の養豚、養鶏場は大量に建設され、その糞便は水を汚染した。¹⁴中国では化学肥料の年間使用量は14億トンで、そのうち大半は有効利用されていない。ある調査によると、中国の農薬、化学肥料の有効利用率は僅か30%程度である。¹⁵

農薬と化学肥料の乱用の実態については、ある報道によれば、中国の耕地は世界の7%であるが、化学肥料と農薬の使用量は世界の35%を

占め、化学肥料の65%は汚染物として土壌と水の中に残されている。中国の化学肥料は窒素肥料、リンとカリウムを中心としており、一部の地域では、地下から汲み上げた水はそのまま肥料として使用できるといわれる。¹⁶2007年から2016年までの10年間、中国の化学肥料の使用量は25.8%増加し、農薬の使用量は23.43%増加した。化学肥料の国際安全使用基準は1ヘクタールに225キロだが、中国での使用量は、この基準の1.61倍に達した。化学肥料の使用量が最も多い省は河南省、山東省と湖北省である。黒龍江省だけが国際安全基準内で使用している。そのほか、果物を早く成熟させ、大きく成長させる化学剤を使うこともある。¹⁷中国の大規模農薬使用は20年を経て、農産品における残留農薬は高いレベルになった。世界の農薬年間使用量は350万トンで、その半分が中国で使われている。一方、この20年で、世界の先進国の農薬使用量は減り、イギリスは44%、フランスは38%、日本は32%、イタリアは26%減少した。¹⁸中国農業部副部長は、「現在、中国では、農業による汚染は工業を超え、最大の汚染源になった。19.4%の土壌は汚染された。主な汚染物はカドミウム、ニッケル、銅、ヒ素、水銀、鉛、アルミニウム、ディーディーディー (DDT) などである。」と指摘した。¹⁹調査によれば、中国で毎年、河川に流れ込む窒素は120万トン、地下水に浸透する窒素は50万トン、黄河、長江、珠江を通じて海に流れ込む窒素は120万トン以上に達する。²⁰これに対して、2015年、中国農業部は「2020年化学肥料使用量ゼロ増加計画」を打ち出した。化学肥料の使用方法を改良し、化学肥料の種類を調整して、有機肥料の使用を拡大する政策を実行するというものである。²¹

畜産業の汚染では、2005年に、全国の養豚、養鶏などの糞便は24.85億トンに上り、糞尿の

大半が地下に浸透した。²²また、農村部の下水はほとんど処理されずに排出された。

農村部の大規模汚染は地下水の水質に影響を与えた。中国においては、地下水は総水量の三分の一を占め、全国約70%の人口が地下水を飲用している。専門家の調査によれば、全国90%の地下水が汚染され、さらに60%の地下水の汚染は重度となっている。特に農村部の地下水は汚染被害がひどく、例えば、淮河流域の村はガンが多く発病し、不妊症も多く、正常でない子供が生まれている。²³2013年に実施されたある調査によれば、中国全土で「ガン村（ガンの発病率が異常に高い村）」が数十か所ある。その中に、水汚染の原因でガンにかかる村は64か所に達し、最も多い。²⁴

農村部の水源は、2011年の調査によれば、リン、窒素などの栄養塩、糞便性大腸菌群、石油類、重金属、ヒ素、アンモニアなどは基準値以上になった。別の調査によれば、中国農村部7億人の飲用水の水源は基準に達しておらず、1.9億人の飲用水の有害物質は安全基準を超え、そのうち大腸菌の安全基準超過率は86%に達する。発病原因の88%、死亡者の33%は水汚染と関係がある。²⁵全国4万を超える郷鎮、約60万の行政村の圧倒的多数で、インフラの建設が遅れ、「ごみは風任せ、汚水は蒸発任せ」の状況が広がっている。²⁶

II. 政府の対策

このように深刻な水質汚染に対して、2015年4月2日、中国国務院が『水汚染の防止と整備行動計画』を發布した。その中では「現在、わが国の一部地域は、水環境汚染が深刻で、水生生態が大いに損害され、環境問題が多数発生している。民衆の健康を損い、経済の持続発展にとつ

て不利である」と指摘された。対策は、まず、製紙、製革、捺染、染料、コースク製造、硫黄製造、ヒ素製造、製油、電気めっき、農業食品加工などの業界を重点として整備する。次に、各地で汚染水処理ステーションを建設する。第三に、都市の下水処理を強化する。第四に、農村部の養豚、養鶏などの家畜の糞尿を集中処理する。第五に、化学肥料と農薬の使用を削減する。また、地下水の使用を制限し、水資源を保護する、などである。²⁷

しかし、この計画の実施は順調ではない。2016年環境保護部長陳吉寧によれば、農村における水汚染処理施設の建設は遅れ、農村部の環境問題は特に目立つと認めた。その問題点では、第一に、重点流域の支流の汚染は深刻で、劣V類の水が多い。第二に、数多くの町を流れる河川の水は黒く、臭い。民衆の身の周りの水は利用価値がない。第三に、一部の湖は富栄養化が深刻で、改善したとしても難しい状況にある。²⁸

中国最高指導部は水質汚染問題を重視し始めた。2016年10月11日、習近平総書記が主宰する中央全面改革深化指導小組が『河長制度の全面推進に関する意見』を採択した。内容は次のとおりである。各省、市、県、郷の四つの行政レベルで総河長を設立し、各行政単位内の主な河川と湖において河長を設立して、各行政単位の長がこれを担当する。その責務は水資源を保護し、河川と湖の岸を管理するとともに、水汚染を防止・整備し、水環境を処理することなどである。特に『水汚染の防止と整備行動計画』に基づいて、河川と湖の汚染源を調査し、生産企業の廃水、生活下水、畜産業の糞尿、農業（農薬・化学肥料）の汚染、船舶の廃水汚染などを厳しく取り締まる。河長会議制度、汚染情報共有制度、業務の監督・査察制度を設ける。上級行政機関の河長が所轄する下級河長を考査し、

この考査の結果は幹部に対する総合考査の一部となり、環境被害の責任者に対して責任を追及する。²⁹

近年、中国中央政府は地方行政機関の環境問題と政策の実施を厳しく監督し、チェックし始めた。2017年7月29日、中央第一環境保護監督視察組の報告書は中共中央と国務院の決裁を通じた上で、天津市党委員会と政府にフィードバックした。報告書は次のように指摘した。天津市の水環境問題は深刻で、2016年全市87の地表水測量断面の中で、劣Ⅴ類断面は2013年より23%拡大し、優良の水は僅か15%である。北辰区大楊村工業団地、万發工業団地は増水期に集中的に汚水を永定新河に排出し、環境に大きな被害を与えた。独流減河は全市の海に流れ込む8つの河川の中で、唯一Ⅳ類水の河であるが、現在兩岸で大規模な水産養殖を行い、水質の悪化を深刻化させている。市の中心部と周辺4区は、毎年約6,100トンの汚染水をそのまま排出し、東麗区新街道の大量の汚染水は直接西減河に排出され、滨海新区及び郊外5区をあわせて97の汚染水処理場のうち、17施設は使われずに放置されている。津沽等五つの大規模汚染水処理場は全市の57.4%の汚染水を処理しているが、その処理基準は低く、そのうち3箇所は1級Bの基準で排出している。于橋ダムは天津市の重要な飲用水の水源地だが、周辺保護区範囲内で、68の村、6.99万人、そして17の大型養鶏場、123の畜産業従事世帯は外部に移転しておらず、その汚水は収集、処理されていない。³⁰これによって、天津市は直ちに10名の指導者幹部が責任を追及された。³¹

2017年8月1日、中央第七環境保護監督視察組は貴州省に次のようにフィードバックした。貴州省の水環境問題は深刻である。企業の汚染処理は徹底されておらず、環境ガバナンスが実

現されていない。流域沿線のリン石膏加工場の排水が漏れ、状況は深刻である。烏江、清水江流域のリン汚染は目立つ。2017年の1～3月の間に、烏江主流断面のリン汚染は20.2～44.1%上昇した。清水江主流の水質は2016年のⅡ類からⅣ類に悪化した。「十二五(第十二次五か年)」計画によれば、この5年間に汚染水パイプを6,205キロメートル、汚染水の処理能力を1日に165万立方メートルに拡大する予定だが、実際には2,557キロメートルと124万トンに留まっている。貴陽市では毎日40万トン以上の生活汚染水が南明河に排出され、南明河が貴陽市を流れると水質はⅡ類から劣Ⅴ類に悪化している。全省107の省レベル工業団地は33か所で廃水が都市の生活汚水処理場で処理されるが、そのうち13か所はパイプを建設しておらず、処理されていない。82か所の工業団地では汚水処理施設ができたが、付設パイプが整備されていないため、42か所で稼働されていない。³²その後、貴州省は幹部の環境問責制度を設けた。

中央環境保護監督視察組は、天津市、山西省、遼寧省、安徽省、福建省、湖南省と貴州省に対して監督視察を実施した結果、531件の問題を発見、指摘し、5,800名の幹部が問責を受けた。³³中共中央紀律検査委員会の機関紙は、「環境保護は政治責任である。中共第十九回党大会は、生態環境の保護と生態文明について重点的に手配すると強調した。党と行政の指導幹部は地方環境保護に関する主な責任者で、生態保護をしっかりと実行できるかどうかのカギは指導幹部にある。」と指摘した。³⁴環境問題における地方指導者の責任を明らかにしたのである。

また、地方の上級行政機関は、所轄する下部行政機関の環境問題に関する監督を強化した。山西省環境保護庁によれば、山西省内の大同、吕梁、長治、忻州、晋中等5市の12の河川断面

は2014年から水質の悪化が更に深刻化した。全省で観測された96地点の河川断面の中には、優良の水は46地点で、全体の47.6%しかない。山西省は中国の石炭生産の一大基地で、1949年以来、140億トン余りの石炭を生産し、全国生産量のうち25%を占める石炭を供給している。計算によれば、石炭1トンを生産すれば、2.48立方メートルの水源が破壊される。山西省の河川の現状は「河があれば必ず涸れ、水があれば必ず汚染される」といわれている。³⁵環境保護部の調査によれば、山西省汾河中流地域の河川はほとんど「劣V類」の水である。³⁶全国水污染防治部際協調小組弁公室の文書によれば、山西省で多数の水環境法律違反事件が発見、処理され、その犯行手段は、企業が密かに地下パイプを敷設し廃水を排出する、許可なく勝手に汚染水を排出する、企業の汚染水処理設備を正常に稼働させないなどである。³⁷新聞も時折、環境破壊事件を報道した。例えば、江蘇省塩城市輝豊会社が長期間にわたって毒性の強い廃水を密かに排出していた。大雨の日を利用して、トルエンなどを含む毒性の強い廃水を会社の下水管を通じて会社西側にある八中溝に流し込み、廃水は最後には黄海に流れ込んだ。2015年の1年間だけで10回余りにわたって排出しており、政府はこのような会社に厳しく責任を追及した。³⁸

近年は、汚染被害を受けた農民は集団で抗議し、それを解散させようとした地方政府当局や警官隊との間で衝突が起きる「環境暴動」の発生が注目されている。2005年当時の中国環境総局局長によれば、環境問題によって起こった民衆抗議行動は毎年29%増加してきた。2005年に環境トラブルは5.1万件に達した。³⁹「環境暴動」の件数は毎年増加するとともに、抗議行動の規模も拡大し、その激しさも酷くなってい

る。⁴⁰2012年に、環境保護部が受けた陳情のうち、文書の70%、訪問の80%が農村の環境問題を反映している。⁴¹

Ⅲ. LH 会社から見た中国環境整備の問題点

近年、筆者は中国農村部で水汚染問題について現地調査を行った。S省J市P県D村の隣にS省で名高い企業、LH会社がある。この会社は鶏肉加工と家畜飼料製造及び畜産経営の会社で、従業員は1,355人、年間20万トンの鶏肉を加工し、50万トンの飼料を製造して、さらに年間52万羽の鶏を出荷し、486畝（1畝は約6.67アール）面積の魚類養殖池もある。2013年の売り上げは10.24億元に達したが、企業の経営規模は拡大しつつある一方、長期間にわたり、この会社から未処理の廃水がそのまま村近くの砂河に流れ込んだ。その廃水は高濃度の過酸化水素と水酸化ナトリウムを含んでいる。砂河はS省最大の河川F河と繋がり、F河は黄河の主な支流の一つである。

LH会社の廃水問題は2012年に暴露された。2012年、S省環境庁は廃水排出基準を超える省内30の会社に対して、罰金を科し、銀行の貸付も制限した。その中にはLH会社も含まれている。⁴²P県環境保護局ホームページの2013年4月26日の文書によれば、「P県環境保護局は水汚染関係企業の整備動員会議」を開催し、2014年、LH会社と他の五つの企業は廃水問題でS省環境庁により公表され、省内で通告回状が回覧された。S省環境庁の責任者によれば、この環境法に違反した6企業を行政処罰し、処罰情報は中国人民銀行TY支店に通告することで、金融貸付の制限を設けた。⁴³

2014年7月1日、J市人民代表大会常務委員

会環境保護検査団と環境保護記者団がP県で2012年、2013年の環境検査を実施した際、発見、指摘された問題について再検査を行った。12項目の問題のうち、しっかり改善したものは10項目、2項目は改善中であり、HY 牛肉集団とLH 会社の汚染水の処理は業界基準に達したものの、地表水の排出基準には達しなかった。改善も遅く、工事の入札を募集しているが、実質的な進展はなかった。検査団が県政府に監督責任をしっかりと履行し、期限内に完成せよという意見を出した。⁴⁴

しかし、LH 会社は地元の大型企業として多額の税金を納め、地方のGDP 発展に大いに貢献して、地方政府から高く評価されている。2017年、J 市政府は、市内優勢（優れた）企業として、このLH 会社を選出した。これ以前の2007年には、『S 日報』がLH 会社を大いに報道し、その循環理念を高く評価した。F 河川辺の荒地改造、魚類の養殖池の造営、農家の養鶏場建設支援、メタンガス施設の建設などが紹介された。⁴⁵

LH 会社は設立以来、一貫して地元政府から高く評価され、庇われてきた。この会社は1997年に設立し、その前身は1993年に設立したLH 家畜飼料会社である。生産した飼料は2001年にS 省J 市工商行政管理局に「知名商標」と認定され、2002年、S 省党委員会農工弁公室に「S 省民営畜牧業明星企業」と評価された。2003年、S 省人民政府から「農産品加工龍頭（影響力が大きい）企業」という名誉を授けられ、S 省飼料工業協会に「S 省飼料業界強勢（技術と規模が進んだ大きな）企業」と評価された。2004年、S 省農業産業化指導小組に「S 省農業産業化龍頭企業」⁴⁶と評価された。2005年、年間50万トン飼料生産プロジェクトが開始され、総投資額は3,360万元、そのうち国家の投資が450万元に

上り、これはLH 会社初の国家投資プロジェクトとなった。2006年、S 省民族委員会により「清真（イスラム）食品」生産企業と認定された。2007年、S 省農業産業化指導小組に2回目の「S 省農業産業化経営省級龍頭企業」と認定され、さらにS 省人民政府に「捐資助教（教育寄付金）先進単位」と評価された。2007年11月26日の『S 日報』はこの会社の環境にやさしい経営、農民所得を増加させた業績を報道し、高く評価した。2008年、国家農業部、発展改革委員会など八部門に「農業産業化国家龍頭企業」と評価された。同年、中国食品工業協会に「全国食品工業優秀龍頭食品企業」と評価された。2010年、S 省党委員会農工弁公室とS 省農業庁に「農産品加工二十強龍頭企業」と評価され、S 省慈善総会から「S 省慈善突出（特別優秀）貢献賞」を受賞し、中国中小企業協会に「中国中小企業優秀創新成果企業」と認定され、J 市緑化委員会に「市級生態（環境）型企業」と評価された。S 省民営企業協会には「S 省百強民営企業」と認定された。2011年、S 省企業連合会とS 省企業家協会に「S 省優秀企業」と評価された。このようにLH 会社は政府から高く評価され、多数の賞を受賞した。また、他の都市の市長がこの会社を見学し、高く評価するという報道もあった。⁴⁷

また、LH 会社の会長Wは、会社所在地のW 村の人間で、S 省の政治協商会議の委員であり、H 県の政治協商会議常務委員、J 市人民大会代表を務める。村民委員会主任を務めた経験もあった。彼は元々名門大学への入学を目指していたが、高校2年の時、母の看病で大金がかかり、経済的理由で退学し、村に戻って農作業に従事せざるを得なかった。その後、技術を修得して、県のトラクター工場で働いていた。しかし、家の火事で、すべての財産が全焼した。

彼は家の経済状況を打開するために、共産党革命の記念地や広東省などの東南沿海部を見学、調査しに行った。Wによれば、共産党革命の記念地を見学する目的は共産党の成功の理由を知るために、そして東南沿海部で調査する目的は金持ちになるチャンスを探すためであった。1985年に村に戻って三輪自動車を買って、運輸業に従事した。間もなく村でも有名な「万元戸」になった。その後、トラック三台を購入し、四台を借りて、運輸会社を経営し始めた。1993年に彼は一早くフォルクスワーゲンの乗用車を買って、一躍県内の有名な金持ちになった。同年には、一時炭鉱を経営したが、事故で死者が出て、経営を中止した。その後、製鉄工場を設立したが、政府幹部との交渉がかなり難しく、この会社は手放した。結局、飼料市場でのビジネスチャンスを発見し、飼料工場を設立して、鶏の飼育から加工まで多角的な経営を始めた。これらは、Wの波乱万丈の会社経営の経験であった。

苦しさに耐え忍ぶ経営をするうちに、Wは企業を成功させるコツ覚えた。それは役所、特に幹部とのコネをつけることである。1993年に、W会長は一時、製鉄工場を設立したが、経営の許可や維持の上で、人にすぐることの苦しさを深く味わった。腐敗する幹部による害を受けた。その後、彼はこの教訓を得て、役人にコネをつけ、絶大な支持を受けて、会社は着々と成功していった。2003年6月、元S省党書記長、国家労働と社会保障部部長TがWの会社を視察しにきた。その際に、J市元書記長、市長、県の書記長や市長らが同行した。これは極めて光栄なことである。2010年、国家発展委員会H局長がLH会社を視察した。これは国家の官庁もWを評価するという意味がある。2011年、S省政治協商会議委員、S省イスラム協会副会長と

TY市イスラム協会会長がLH会社に来て、イスラム食品の生産幹部の育成訓練を指導した。

LH会社が所在するP県は常々、経済発展と環境保護をともに重視すると強調してきた。2017年、P県人民政府の『工作報告』によれば、県の目標としては、GDP成長率は6.5%、できるだけ7.5%を成するように努めるというものである。続いてGY牛肉とLH両大龍頭企業を支持して、2.2億元を投資する。一方、環境保護の面では、二酸化炭素の排出量は3.9%削減し、3,000万元を投資して、砂河とYJ河などの雨水と汚染水の排出を整備する。「生態環境は県の観光業の生死と全県民衆の民生福祉に関わる。最も厳しい環境保護政策を実行する。経済発展と環境保護ともにウィンウィンになる」と述べた。

P県政府は「鉄腕で汚染を処理するキャンペーン」を繰り広げた。その具体策は、第一に、土法（昔ながらの方法）生産の零細企業を徹底的に取り締まる。第二に、環境基準を超える廃水とその他汚染物質を排出し、密かに汚染処理施設を稼働しない企業を厳しく打撃する。第三に、工事現場を囲み、覆い、水をまき、緑化、硬化、洗浄などを全面実施する。第四に、飲食業の厨房で浄化施設を取り付け、露天屋台を取り締まる。第五に、石炭ボイラーを改造する。第六に、農作物の茎やゴミの焼却を禁止する。第七に、古い自動車を淘汰する。第八に、飲用水水源地での養殖業を禁止する。第九に、4,000万元を投資し、NZ下水処理場を建設する。第十に、土壤汚染を処理する。⁴⁸

P県の環境整備は上級行政機関に認められ、2015年10月20日に、中国環境保護部は、サイト上において、P県の汚染水処理を成功例として紹介、評価し、2012年、P県がNZ村で一日に480立方メートルの下水を処理する汚染水処理

センターを建設した。そして、次のとおり四つの方法で汚染水を処理した。第一に、県城周辺のNX村、XG村など六つの村の下水パイプを都市の下水パイプと繋げ、都市汚染水処理ステーションで統一処理する。第二に、WJZ村の下水パイプをLH会社の汚染水パイプと繋げ、LH会社によって統一処理する。第三に、HS村、NZ村など人口が多い五つの村で汚染水処理ステーションを建設し、単独処理する。第四に、HJ河の近くにあるL村の下水パイプをHJ河生態環境システムと繋げ、統一処理する。⁴⁹

2014年11月20日からLH会社のホームページで毎日の廃水処理ステーションのデータを公表し始めた。10月22日8:30のデータによると、CODは人工測定値で41.7、設置した自動測定装置の数値は58.6であった。23日から27日までのデータによると、人工測定値は41.7、47.6、41.1、51.4、65.1であり、自動測定装置の数値は65.4、66.4、69.3、62、66である。自動測定装置の数値は、人工測定値より高い。

2017年7月20日、S省環境庁の『晋中国控重点污染源在線監控日均值数据』によれば、その日のLH会社の廃水データは、CODは65.21、アンモニアと総窒素濃度は0.72、流量は33.4である。国の排出基準のCODは、Ⅰ、Ⅱ類水は15以下、Ⅲ類水は20以下、Ⅳ類水は30以下、Ⅴ類水は40以下であるが、LH会社の廃水のCODの数値はどの機関の測定でも、40以上であり、これはⅤ類水より汚い、劣Ⅴ類水である。しかし、このようなデータを、公表しても、それを注目し、対処する動きは全く見えない。おそらく上級行政機関が監督、検査する際のみ、一時的に対応しているかもしれない。P県の県城からLH会社までの唯一の道路は砂河にかけた橋である。その橋の両側の欄干には3、4メートル

以上の高い板が張られている。D村の村民によれば、ある省か市かの幹部がLH会社を視察した際に、地元幹部がその幹部に汚い砂河を見せないようにするために板を設置したという。

現地調査の際に、隣村のD村では、W会長とLH会社に対する悪い評判を聞いた。村民によると、「鶏などを解体・加工するLHの工場の廃水が河川（砂河）に流され、D村の畑を汚染しているため、収穫が上がらない。」「その廃水の中には大量のオキシフル、水酸化ナトリウムが含まれている。」「Wは村長であり、LH会社は多額の税金を納めているため、村民が何回上訴しても退けられた。」「Wは県と市役所の関係者と密接な関わりを持っているため、上訴してもダメだ。」「うち（D村）の村長もLH会社から利益を得たので、うちの村長もLH会社に味方する」などと言った。筆者も近年、毎年D村砂河の現地調査を行ったが、ひと目見て、その水質はあまり変わらないことが分かった。D村の村医者も、砂河の水質は改善せず、LH会社は引き続きその廃水を砂河に流していると証言した。LH会社のような汚染問題は解決までの道のりが遠いのである。

IV. 結論及び日中環境協力と環境ビジネス

現在中国の水汚染問題は、人類史上未曾有の深刻な環境問題となっている。これについては、政治面や技術面から解決する以外に、国際協力も図る必要がある。それとともに環境ビジネスチャンスも到来する。

中国の環境問題は、世界、特に東アジアの環境と繋がりを持つ大きな問題である。「日中の環境は、互いに近接した地理的關係と、緊密化する経済關係を通じて、相互に不可分な關係にある」といわれる。⁵⁰従って、日本、中国、そ

して韓国と協力する「東アジア環境共同体」の構築の必要がある。1999年1月、ソウルで開催された日中韓三国環境大臣会合のコミュニケの中では、「三カ国は同じ環境共同体の中にあるという意識の向上、情報交換の活発化、環境研究における協力の強化、環境産業分野及び環境技術の協力の促進、大気汚染防止及び海洋環境の保全のための適切な対策の探求、生物多様性や気候変動などの地球環境問題への対応」の各分野で優先的に協力することを表明している。⁵¹日本の研究者は、汚染に対して、「国際的なガバナンスのあり方、問題の改善に向けた協力のあり方が追究されなければならない」と指摘した。⁵²

一方、このような環境協力は日本の企業にとって、新たなビジネスチャンスとなる。ある調査によれば、水質汚染防止を含む環境保全の強化に伴い、現在中国において環境産業が発展の好機を迎える中、環境関連企業は上場やM&Aを通じ、市場シェアの拡大、競争力の向上を目指し、積極的に取り組んでいる姿勢がうかがえる。中国水務網の統計によると、上場申請、または上場計画を提出した水処理事業関連企業は30社余りに達した。2014年に水務市場におけるM&Aは十数件あり、2015年以降も活発に行われている。なお、PPP方式を通じ、環境保全プロジェクトを推進する案件も増加傾向にある。広発証券の統計によると、今年以降、A株上場企業が計1,550件、投資総額2.2兆元のPPPプロジェクトを請け負ったと公表し、このうち、水務を含む環境関連PPPプロジェクトは239件、投資総額は1,270億元を超えた。⁵³

しかし、中国における環境ビジネスチャンスは複雑な状況にも直面している。「中国における水環境の汚染は、広範囲にわたって大きな影響を与えており、世界各国が経験してきた状況

と異なるものでもある。また、広大な国土ゆえに、地域によって環境や汚染度合、処理技術も異なり、地域差が拡大している。」今まで、多くの環境汚染の現場では、可能な限り高度な技術を広く使用することを重視するあまり、地域の特性や実情に適合しない技術を適用するケースも多数発生している。「このように、多様な技術が林立するなか、技術の適切性、実用性の検討、標準的な管理のためのガイドラインの導入が、有効な環境政策の策定に向けて急務である」⁵⁴と、中国の専門家が以上のように指摘した。また、「中国の水環境対策において、これまでは先進技術による汚染処理や汚染対策の追求が主流であった。地方政府、行政の担当部署、学術研究会議、政府の諮問機関などはいずれも、速やかに導入可能かつ効率性の高い、低価格の水浄化技術や汚染処理技術を求めている。」しかし、政府の管理体制は不備である。一部の地域は「河川管理の当番制」を導入しても、「政策の不明確さ、条例の不執行、日常的な監督の不在、住民監督の不在などといった課題に直面しており、期待されるほどの成果が得られたとは言いがたい」などと指摘された。⁵⁵

一方、SSI大学(インド)教授の児玉克哉は、日本の浄水技術と節水技術は世界トップクラスであり、この分野での日中の協力は可能性が十分であると指摘した。⁵⁶実は、日中間の環境協力は既にいくつかのプロジェクトが始まっている。2016年5月に東京で「江蘇・日本経済貿易技術交流会」が開催された際に、常州市と日本総合地球環境研究所との間に「湖沼流域の総合管理に関する中日連携研究と技術協力プラットフォーム」の覚書の調印が行われ、流域の総合管理をめぐる研究・技術協力の日中連携プラットフォームが誕生した。また、中国訪問団は日本国立環境研究所、滋賀県琵琶湖博物館、国際

科学振興財団生物生態技術開発研究所にも訪問し、流域管理をめぐる意見交換及び技術交流を行った。このプラットフォームでは、『産官学』による連携体制および日中の友好関係、圧倒的な信頼と幅広い分野での協力体制が確立されたのである」といわれた。⁵⁷ 福岡県では、「福岡県—江蘇省環境技術交流研究会」を立ち上げている。双方は「分散型生活排水処理」などについて議論した。⁵⁸

長崎県も、日中環境協力の条件と技術能力を備えている。例えば、ハウステンボスが「新しい水代謝システムの構築」に取り組んでおり、高度な污水处理技術を持つ。ハウステンボスでは、水資源の有効利用と環境保全を目的に、下水処理（一次処理・二次処理）した排水をさらに三次処理・高度処理し、中水として再利用している。二次処理では活性汚泥法、三次処理では接触酸化法により処理を行い、いずれも生物処理を採用している。この排水再利用システムによってできた中水のBODの実測値は基準値の十分の一以下である。この下水処理システムのもう一つの特徴は圧力式下水道システムである。⁵⁹ハウステンボスは行政より一ランク上の三次処理を施した後、さらに医療用のUF膜を使った高度処理を行い、人工的に5PPM以下までCOD値を下げるという厳しい自社基準を設定した。こうして、ほとんど飲み水に近い状態まで浄化された水（中水）は、それでも直接放流されることなく、植物の散水やトイレの洗浄水、冷却水などにリサイクル活用される。季節によってはこの中水も余ってしまうことがあるが、その場合も直接放流はせず、地表下1.5メートルの地中に有孔管を埋設した「土壌浸透装置」を通して、浄化された水を地中に戻し、好気性バクテリアによってさらに浄化するという画期的なシステムが開発された。⁶⁰また、ハ

ウステンボスの水利施設の観光客見学ツアーが実施されていることは高く評価されている。⁶¹ この下水処理システムは平成11年度国土庁「水資源功績者賞」を受賞して、高い評価を受けている。⁶²

長崎県の污水处理システムは中国の行政地域における污水处理システムの構築にとって有益な参考になることができる。長崎県では県と市町が一体となって、平成9年3月に「長崎県下水道等整備構想」を策定し、その後、平成17年12月に「長崎県污水处理構想」、平成24年3月に「長崎県污水处理構想2012年」を策定し、この構想の下、污水处理施設の整備を計画的・効率的に進めてきた。その結果、長崎県の污水处理人口普及率は、平成8年度末に41.6%であったものが、平成15年度末には65.2%に、そして平成27年度末には78.8%に向上した。しかしながら、全国平均89.9%（平成27年度末）と比べると、まだまだ普及率が低く、今後とも、地域の実情に応じた污水处理施設の整備を、計画的・効率的に進めていく必要がある。⁶³長崎県においては、汚泥の有効利用が進んでおり、県内の下水道汚泥の有効利用実績（平成27年度）では、発生汚泥量の約99.7%が有効利用されている。有効利用の内訳としては、肥料などが51.0%、建設資材などが44.5%、土壌改良剤が4.1%、炭化燃料が0.1%となっている。⁶⁴污水处理施設の整備手法を集合処理と個別処理に大別し、これまでの構想と比較すると、「長崎県污水处理構想2017」の中には、集合処理の構成比が減少し、個別処理の構成比が増加している。集合処理施設は、家庭の台所、水洗トイレ、風呂、洗濯機など、及び事業所などから排出される汚水を収集する下水道管と污水处理する処理場、これらの施設を補うポンプ場などから成り立っており、汚水をきれいに川や海に放

流している。個別処理施設は、主に各戸ごとに設置され、し尿と台所・風呂などから排出される生活雑排水を併せて処理する施設であり、合併浄化槽により汚水をきれいにして水路などへ排出している。その特徴としては、地形の影響を受けることなく、短時間で設置できる施設であり、家屋が散在している地域において有効手段となる。⁶⁵このような地域環境問題の多様性に適応する環境保全システムと経験は中国の農村地域にとって重要な参考になると考える。

また、長崎県内には、エビスマリン、PAL構造、菱興産業などの水処理に関する会社もあった。⁶⁶このような会社は中国に進出する可能性があると考えられる。

注

- 1 王瑞芳『当代中国水利史(1949-2011)』中国社会科学出版社、2014年、634~636頁。
- 2 福嶋義宏・谷口真人編『黄河の水環境問題』学報社、2008年、244頁。
- 3 上田信『大河失調 直面する環境リスク』岩波書店、2009年、19~28頁。
- 4 井村秀文『中国の環境問題今なにか起きているのか』株式会社化学同人、2007年、106~103頁。
- 5 井村秀文『中国の環境問題今なにか起きているのか』、106~107頁。
- 6 中華人民共和国環境保護部『2016中国環境状況公報』、2017年5月31日。
- 7 馮婧薇主編『環境形勢与政策』中国環境出版社、2016年、129頁。
- 8 「農村污水有効治理按下快進鍵」、『経済参考報』2018年6月21日。
- 9 「農村水污染治理之困」、<http://www.lwgcw.com>；2015年5月7日。
- 10 劉世昕「汚染企業頭頂上有多少保護傘」、『中国青年報』2006年10月27日。
- 11 張志偉「農村水汚染問題初探」、『法制与社会』、2009(21)。
- 12 「山西省元環保局長劉向東大肆受賄 家財過億現金發霉」、澎湃新聞、2018年4月17日。
- 13 米本昌平『地球環境問題とは何か』岩波新書、1994年、8頁。
- 14 「我国農村水環境汚染現況及原因」、中国污水处理工程網、2011年12月12日。
- 15 「農業部：我国農薬化肥利用率30%左右有待提高」、人民網、2015年4月14日。
- 16 「中国化肥農薬的使用量占全球総量の35%」、金谷糧食網、2014年3月17日。
- 17 「中国農薬10年使用増長23.43」、中国農薬網、2016年4月27日。
- 18 「近年来中国農薬使用量増長驚人」、中国農薬網、2017年6月27日。
- 19 「我国果樹蔬菜化肥用量已超過安全水平」、『重慶晨報』ホームページ、2015年4月15日。
- 20 「農薬化肥過量使用造成環境汚染」、中国経済網、2015年3月12日。
- 21 農業部「到2020年化肥使用零増長行動方案」、2015年2月17日。
- 22 張志偉「農村水汚染問題初探」。
- 23 「調査顯示中国地下水汚染嚴重 農村人受害直接」、新華網、2010年9月8日。
- 24 「全国多個癌症村接連曝光 矛頭直指水汚染」、『經濟参考報』、2013年8月12日。
- 25 「我国農村水環境汚染現況及原因」、中国污水处理工程網、2011年12月12日。
- 26 北川秀樹『中国乾燥地の環境と開発—自然、生産と環境保全—』成文堂、2015年、48頁。
- 27 国務院『水汚染防治行動計劃』、2015年4月2日。
- 28 「陳吉寧：農村水汚染防治設施滯後環境問題突出」、人民網、2016年4月19日。
- 29 中央全面深化改革小組「關於全面推行河長制的意見」、2016年10月11日。
- 30 中央第一環保督察組向天津市反職督察情況、『天津日報』2017年7月30日。
- 31 「天津通報对中央環保反饋問題調查处理 首批10名相關責任人被問責」、搜狐網、2017年8月2日。
- 32 中央環保督察7省市問責四千余人 六方面問題突出、『北京青年報』2017年8月2日。
- 33 「中央環保督察組前三批整改結果公開、6省市問責5800余人」、生態環境部、2018年10月10日。
- 34 「環保是政治責任 失責必問責」、『中国紀律檢察報』2017年12月11日。
- 35 「山西約談水質惡化5市 煤炭大省被指『有水必汚』」中新網、2016年6月7日。
- 36 環境保護部『「十三五」期間水質需改善控制單元信息清單』。
- 37 全国水污染防治部際協調小組弁公室『水污染防治工作簡報』、2017年第1期、水利部ホームページ。
- 38 「生態環境部：塩城市輝豊公司長期偷排有毒有害廢水」、中国新聞網、2018年4月20日。
- 39 周生賢「推動歷史性轉變、開創環保工作新局面」、新華網、2006年4月19日。
- 40 鄧燕華『中国農村的環保抗争：以華鎮事件為例』中国社会科学出版社、2016年、1頁。
- 41 北川秀樹『中国乾燥地の環境と開発—自然、生産と環境保全—』、48頁。
- 42 「S省30家超標排汚企業受罰 環保部門晒汚企」、中国新聞網、2012年6月12日。
- 43 「6家國控企業汚染超標被通報」、『S青年報』2014年8月19日。

- 44 「J市PY 環保整改慢」、黄河新聞網J頻道、2014年7月3日。
 - 45 「讓農業資源重複利用起來」、『S日報』2007年11月26日。
 - 46 龍頭企業というのは、農村發展を牽引している優良企業のことである。
 - 47 バインノル招商網 2016年6月23日。
 - 48 「2017年H県人民政府工作報告書」、HY 県人民政府ホームページ。
 - 49 「四大模式扎实推進污水处理 PY 建管併重打造完美古城」、中国環保在線、2015年10月20日。
 - 50 井村秀文『中国の環境問題今なにか起きているのか』、25頁。
 - 51 井村秀文『中国の環境問題今なにか起きているのか』、25頁。
 - 52 知足章宏『中国環境汚染の政治経済学』昭和堂、2015年、8～9頁。
 - 53 トランザクションバンキング部中国調査室「『水質汚染防止行動計画』が発表～水質汚染整備に2兆元以上を投入～」、『経済週報』第250期、2015年4月29日。
 - 54 朱偉「中国における水質汚染対策の動向と日本の経験の活用」、『天地人』第29号、2016年10月30日。
 - 55 朱偉「中国における水質汚染対策の動向と日本の経験の活用」、2016年10月30日。
 - 56 児玉克哉「水で栄えた中国が水に苦悩する～減少し、汚染される地下水」、YAHOO JAPAN ニュース2016年6月27日。
 - 57 朱偉「中国における水質汚染対策の動向と日本の経験の活用」、2016年10月30日。
 - 58 西岡貴弘「中国の環境問題と福岡県の取組み事例」、福岡県『海外駐在員レポート』No. 142、2014年3月。
 - 59 松尾要・石橋正子「新しい水代謝システムの取り組み—10年目を迎えるハウステンボスからの報告—」、『水環境学会誌』24(7)、2001年。
 - 60 津下淳一「ハウステンボスにおける水環境保全と水資源の有効利用事例～ランドデザインとしての“環境未来都市”～」、『人と国土』23(2)、1997年。
 - 61 小林徹「観光と環境保護における水文学的考察」、『長崎国際大学論叢』第1巻、2001年3月。
 - 62 松尾要・石橋正子「新しい水代謝システムの取り組み—10年目を迎えるハウステンボスからの報告—」。
 - 63 長崎県「長崎県汚水処理構想2017」、平成29年3月、1頁。
 - 64 長崎県「長崎県汚水処理構想2017」、16頁。
 - 65 長崎県「長崎県汚水処理構想2017」、36頁。
 - 66 長崎県産業振興財団研究開発推進グループ「長崎県の環境・エネルギー関連製品」、2016年12月。
- [付記] この研究は本学平成29年度学長裁量教育研究費（「中国水利史像の再構築と日中水利環境技術と産業の協力」・「東アジア」に関する研究）及び2018～2023年度科研費（基盤研究（C）『現代中国の「権威主義体制」と水環境汚染』）の助成を受けて実施した研究成果の一部である。