

中国上海市蘇州河の水環境の総合対策の状況及び中日環境協力

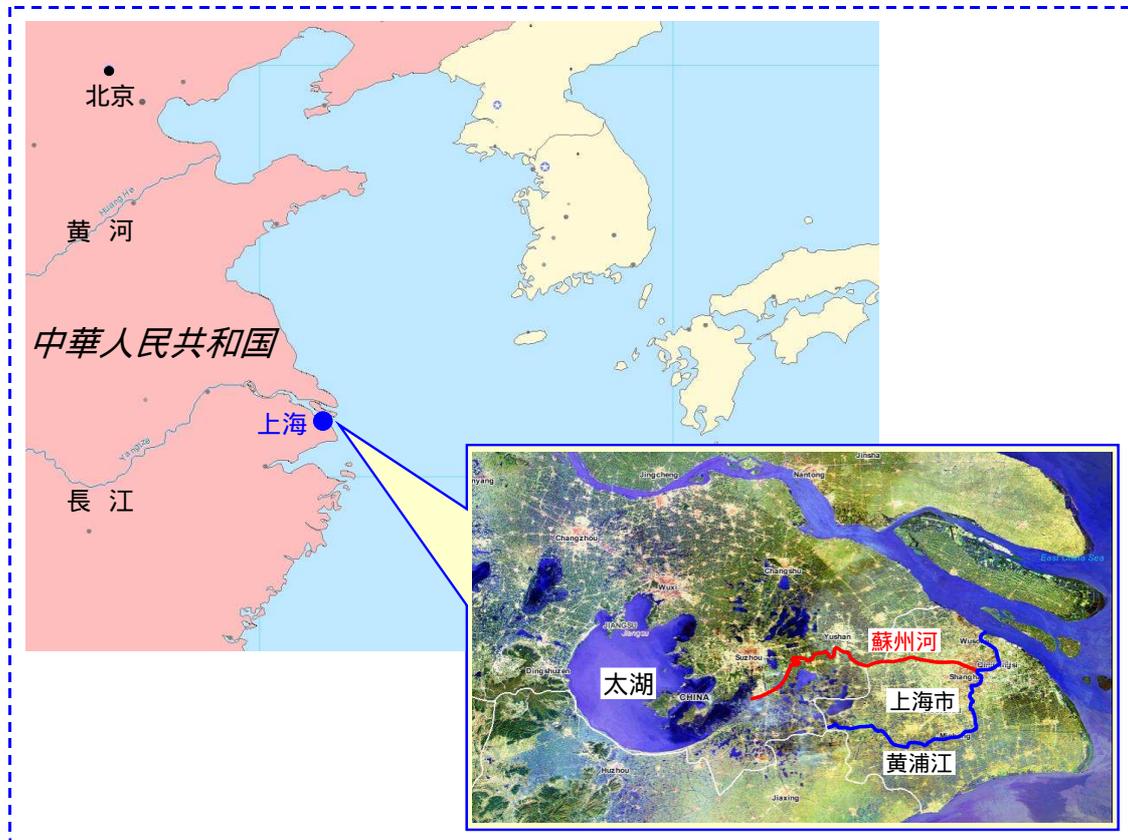
上海交通大学環境科学与工程学院教授 孔 海南

< 講師略歴 >

1950年 中国山東省煙台市生まれ
1978-1983年 中国同済医学大学医学学士
1983-1988年 中国武漢環境科学研究所室長
1988-1989年 日本国建設省土木研究所下水道部外国人研究員
1990-1993年 山口大学工学研究科工学博士
1989-2000年 日本国国立環境研究所外国人研究員
2000年-現在 上海交通大学環境科学与工程学院教授、上海交通大学河湖環境技術研究所長
中国水環境学会副会長、「中国環境科学」「環境科学研究」雑誌編集委員

< 講演要旨 >

蘇州河は太湖を水源とする上海地域で最も重要な都市河川であり、母なる川と呼ばれている。ここ半世紀の上海地域の発展に伴い工場排水・生活排水が大量に流入し、急激に水質汚濁が進行したが、日中国際協力をはじめとする水環境改善プロジェクトにより、市民の憩いの場としての水辺に生まれ変わりつつある。本講演では、中国の水環境研究の第一人者からみた、蘇州河を中心とした上海地域の環境の現状と今後の展望について発表する。



上海市と蘇州河の位置関係

中国上海市蘇州河の水環境の総合対策の状況及び中日環境協力

上海交通大学環境科学与工程学院教授 孔 海南

私、中国上海交通大学の孔海南でございます。今日ここで、上海市の蘇州河の水環境の総合対策の状況、それに中日両国の環境協力について、簡単ですがご紹介できる事を大変光栄に思います。

ご承知のとおり、上海市は中国最大の都市です。蘇州河は上海地域で最も重要な都市河川です。黄浦江の支流であり、水源は太湖にあります。ガーデンブリッジの脇で黄浦江と合流します。全長は百二十キロ、上海市内の長さは五十三キロです。幅は平均七十メートル程度です。上海の中心地域は、いわゆる旧市街区で浦西と言われる所です。蘇州河は市街区を突き抜ける形で流れている重要な河川です。この川の流域の人口は、五百五十八万人ほどに達しております。人口密度は平均一平方キロメートル当たり一万五千人以上です。上海ではこの河を「母なる川」と呼んでおります。

汚染の歴史を振り返りますと、一九五〇年以降、上海市の規模が拡大し、それに伴い、大量の工業排水や生活污水が蘇州河に垂れ流され、水質が悪化しました。一九七八年以降、蘇州河は、市内全域で汚染が深刻化しました。水質も国家基準の最低ランクに分類されるなど、悪臭が酷く、重金属含有量が地表水のレベルの数倍に達しました。

汚染の原因について、一九九八年に私どもで調査を致しました。蘇州河に毎日排出される汚水は二百七十八万立方メートルで、全市の汚水排出量の四〇%を占めています。また、住民の生活污水の排出量は一日百十萬立方メートルで、全廃水の三〇%を占めています。汚染は生活廃水と関連します。COD_{Cr}は一日千三百トン、BODが四百四十二トン、アンモニア窒素が六十三トン程度です。

上海市での蘇州河汚水対策ですが、一九九六年に政府は、蘇州河環境総合対策指導グループを作りました。一九九八年には八十六.五億元を投じまして、蘇州河環境総合対策第一期工事を始めました。この工事は当時の上海市にとって最大の環境対策プロジェクトでした。更には下水処理場などの整備を進めました。第一期工事の終了時には、蘇州河主流の水質の主たる指標は、国の地表水の最良基準を達成するまでになりました。

二〇〇三年四月から、百二十九億元を投資した第二期工事がスタートいたしました。蘇州河に水門を作り、浚渫をし、生態系の修復などを行いました。そして蘇州河を環境の美しい、生態環境の健全な、市民の憩いの場としての都市の河川に生まれ変わらせました。

図1, 2は蘇州河の河口の第二期工事現場写真です。これは二〇〇三年に第二期工事を始めた時の写真です。蘇州河の環境対策を確実にやろうという上海市の決意の表れたプロジェクトです。市民もそれを望んでいました。図3, 4は、着工時の写真です。河口の部分に水門を作りました。ここには水門を開く時間が記されています。裏から見ると「九時二十分に水門を開く」と記されています。潮位の変化に応じて水門を開閉し、黄浦江に流入する水量を調節するのです。

図5-7は蘇州河の中流にある高層住宅団地の様子です。蘇州河の中流には住宅が多くみられます。この写真のように、住宅地周辺の緑化が進められ、ほとりの通路や公園がきれいに整備されています。しかし残念な事に蘇州河の水は、図8に示すようにその底泥の影響を受け、徹底的な改善は見られません。何故かと言いますと、蘇州河の底泥、つまり底の泥の部分が未だに浚渫されていないからです。

蘇州河の第二期工事にとって一番困難な点は、水門による水位の調整などは完了したのですが、底泥の浚渫が未だに始められないことです。これが第二期プロジェクトのボトルネックとなっております。

二〇一〇年に上海市で万博が開かれる予定です。汚染の酷い底泥の無害化と資源化の為の技術がクリア出来ていませんので、底泥の徹底的な浚渫作業が未だ始められていないのです。

上海市は市の郊外の部分では既に浚渫は行っておりますので、必要な設備などは海外から輸入して、ハードは既に整っています。しかし、蘇州河の底泥は大変厚く、平均すると厚さは〇.五～二メートルあります。堆積量は百十～百二十萬立方メートル程度です。そのうち汚染の激しい底泥は全底泥の三～五



図1 蘇州河の河口の第二期工事現場(1)

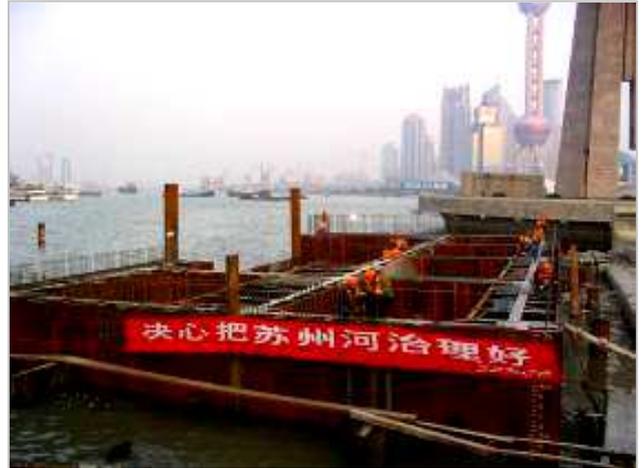


図2 蘇州河の河口の第二期工事現場(2)



図3 蘇州河の河口の第二期工事現場の水門(1)



図4 蘇州河の河口の第二期工事現場の水門(2)



図5 蘇州河の両岸の旧市内区の様子



図6 蘇州河中流にある高層住宅団地の様子(1)



図7 蘇州河中流にある高層住宅団地の様子(2)



図8 蘇州河の底泥の河川水への影響の様子

%です。体積では三.五～五.六万立方メートルです。底泥のCODは一キロ当たり三万ミリグラムを超えています。ですからアンモニア窒素にしますと一キロ当たり千百ミリグラム程度になります。主な汚染物は銅や亜鉛や鉛、クロム、カドミウムなどです。難分解性の有機性汚染物 - ポップスは主にダイオキシン、PCB、PAHです。汚染がひどく、無害化が難しく、量も多くて処理が難しく、中国国内では、こうした汚染の深刻な底泥の無害化および資源化技術の経験が不足しています。

簡単に汚染状況をご紹介しますと、アンモニア窒素、CODの汚染は、普通の状態をはるかに超えている事がわかります。CODは一キロ当たり五万ミリグラムを超えています。重金属の分布も大変ばらつきがあります。中流と上流、つまり、工業の地域の重金属汚染が特に深刻である事がわかります。

今回のプロジェクトをスタートするに当たり、私どもは蘇州河の底泥について再調査を行いました。具体的なデータを見て、底泥の汚染の度合が大変深刻である事がわかります。ポップスも重金属も深刻です。この底泥を日本で分析もしました。分析結果は中国で測定したデータと同じでした。

上海市政府は、万博開催に向けて特別計画を立てています。二〇〇四～二〇〇五年にかけての計画ですが、浚渫計画も含まれています。計画は上海市環境科学研究院が担当しております。この計画には「浚渫する底泥の無害化と資源化に関する研究」というサブテーマがあり、私ども上海交通大学の環境科学工程学院が担当しております。私どもにとりまして、これは大変重要なプロジェクトです。

この様な状況の下で二〇〇三年四月、私達は日本の筑波大学と共に、日本のNEDOに対し、中日環境協力プロジェクト(上海蘇州河底泥の資源化に関する技術研究)を申請した所、二〇〇四年七月にこの申請が認可されました。この事業の研究費総額は日本円で二億二千万円、人民元で千六百万人民元です。期間は二〇〇四年七月から二〇〇六年三月末までの、約二年間となっています。

上海交通大学の研究スタッフは、丁副校長を中心に各専門分野の教授や助教授八人で研究チームを立ち上げました。一方、日本側は筑波大学の松村教授、国立環境研究所の稲森研究官および日本国際科学振興財団の古川先生を中心とした研究チームを組織されました。

このプロジェクトでは「焼成法」という技術を用い、重金属汚染底泥の焼成実験を行いました。普通焼成後、4つの重金属のうち3つが減少または無害化できました。しかし、六価クロムは一般的な焼成法では0.5 mg/kg から五倍に増えました。勿論、六価クロムは有害物質です。そこで私達は嫌気法という焼成技術を用いることにし、実験室で実験を行いました。結果は、PCBやダイオキシンは元の値から小数点第二・第三位の数値に減少し、除去率は九十九.九九%となりました。PCBもゼロに近づきました。

この方法は無害化する上で理想的な方法と言えます。底泥を焼成した後、日本の機関に分析を委託した所、同様の結果が得られました。ダイオキシンは、焼成前の百二十mgが焼成後は0.一八となり、除去率はやはり九十九.九九%以上となりました。重金属の場合もまた同様の傾向が見られました。

図9は上海交通大学に設置した試験室内焼成設備で、図10は上海交通大学に設置した中温試験焼成設備で、図11は上海交通大学への設置工事の様子、図12は上海交通大学に設置した中温試験焼成設備です。汚染物を配管を経由して第一焼成工程へ送り、ダイオキシンなどを除去します。実験では焼成温度を八百度でコントロールしました。この焼成設備でダイオキシンやPOPsをここで除去します。次にパイロットプラントや産業化に向けた運用です。

この共同研究の大きな特徴は、用いた技術の知的財産権を筑波大学と上海交通大学がそれぞれ五〇%ずつ保有するという形で、日本と上海の双方で申請したことです。そして知財権を取得しました。

無害化した後、資源化をどうするかについては、次の様に考えています。図13は上海交通大学で焼成したセラミックスで、図14は焼成したセラミックスを利用して上海交通大学に設置した試験屋上ガーデンです。浚渫した底泥を焼成して、多孔型セラミックスを造り、一つは屋上ガーデンの資材として用いました。上海には現在三十二階建て以上の高層住宅が二千四百棟余りあります。一昨年、屋上ガーデンが合計六万平方メートル建設され、昨年は三〇万平方メートルが計画されていました。昨年末の時点ではほぼ計画通りに建設され、九万立方メートルの多孔性セラミックスが使用されました。しかし、このセラミックスは粘土を焼成したもので、将来的には私達は汚染物質も含む底泥を焼成して造ったセラミックス、つまり現在テスト生産しているセラミックスを使用したいと思っています。これなら中温焼成ですからエネルギーの節約にもなります。私どもの技術を用いて上海に屋上ガーデンを建設しましたが、この具体的状況についてはメディアでも報道されました。



図9 上海交通大学に設置した試験室内焼成設備



図10 上海交通大学に設置した中温試験焼成設備



図11 上海交通大学への設備の設置工事の様子



図12 上海交通大学に設置した中温試験焼成設備



図 13 上海交通大学で焼成したセラミックス



図 14 上海交通大学に設置した試験屋上ガーデン

この他、もう一つの用途として蘇州河流域の農村地域の分散型生活污水处理の充填剤として用います。蘇州流域の農村や街の生活排水の処理に、底泥を焼成した多孔性セラミックスを充填剤として用いたいと思っています。

図 15 は上海交通大学で焼成したゼオライトです。底泥を焼成して人工ゼオライトを作り、蘇州河のアンモニア窒素という汚染物質の処理に用います。

この事業は、これまでのところ順調に進んでおり、成果も出ています。昨年十二月十五日に、上海市の「蘇州河環境研究計画」およびNEDOの「蘇州河底泥資源化技術開発」が合同で技術シンポジウムを開催しました。この会議では双方が事業の研究成果について交流し、蘇州河の底泥浚渫技術などを検討しました。

昨年9月、NEDOの牧野理事長が中国へ出張に来られた際には、蘇州河の現場を視察され、中国側担当者から報告を聞かれました。また、十一月二十九日、上海交通大学を訪問され、校長と蘇州河プロジェクトの協力強化について意義深い話し合いをされました。

我が校は、NEDOとの共同プロジェクトを国際協力の成功事例と位置付けています。日本の進んだ環境技術を上海へ導入し、蘇州河整備の難題を解決し、汚染の無害化や資源化をはかることは非常に意義深いと思います。

中国には「自力更生」という名言があります。中国の環境保全担当者として、中国の環境問題は中国自身で解決すべきだと思います。しかし、私達は、日本など世界各国の環境保全面の進んだ技術や経験、特にこの経験を強調したいのですが、これを私たちは虚心に学び積極的に導入するとの立場をとっています。

NEDOの中日環境協力事業でのご協力やご支援に対し、我が校や私の同僚達を代表して日本や関係者の皆さんに再度感謝申し上げます。

最後に纏めを日本語で話します。「自力更生」で自力解決しなければ行けないと自覚しております。また、我々の国の水の解決の困難について、やはり、中国の昔の言葉で「任重道遠」です。冷静に見ておりますが、日本側から水の技術と経験などの支援が開いて来ると信じております。



図 15 上海交通大学で焼成したゼオライト