中国

河南省淮河流域水質汚染総合対策事業
河南省淮河流域水質汚染総合対策事業（II）

外部評価者：アイ･シー･ネット株式会社
岸野　優子

1. 案件の概要

プロジェクト図

漯河パルプ製紙工場

1.1 事業の背景

中華人民共和国の淮河は、七大水系[1]のひとつで黄河と長江の中間に位置し、流域面積が 26 万 9000 平方キロメートル、全長 1000 キロメートル、水資源総量 794 億立方メートル[2]である。淮河本流水系と沂忙泗（ぎじゅつし）水系からなり、淮河本流は河南省の桐柏山を源として東流し、安徽省を経て江蘇省の洪沢湖に入り、そこから南に流れ長江に至る。沂忙泗（ぎじゅつし）水系は山東省南部に源を発し、江蘇省北部を経て一部は黄海に流れ出る。流域には 4 省の人口 3 億 1500 万人の 45％が居住し、中国の重要な穀倉地帯と工業地帯が広がる。

本円借款事業の審査時（1997-1998 年）、これらの地域では急速に経済が発展し、工業・生活廃水が急増していた。一方で汚水処理施設が整備されていなかったため、ほとんどが未処理のまま淮河支流に放流され、水質汚染が深刻化していた。

このような状況のもと、中国政府は 1996 年「淮河流域水質汚染暫定法令」を制定・施行し、中央政府と流域 4 省政府が「淮河流域水質汚染対策計画及び第 9 次 5 カ年計画」（1996-2000 年）を策定し、水質改善に向けた取り組みを開始することになった。

[1]松花江、遼河、海河、黄河、淮河、長江、珠江。
[2]淮河水利委員会「淮河流域水資源評価」(2004)

1.2 事業の概要

河南省淮河流域の主要都市において、下水処理場と下水管網を建設するとともに、同流域水系において基準値を超える汚染物質を排出している工場に対し排水処理設備を建設することにより、河南省淮河流域の水質改善を図り、もって当該地域住民の生活環境の向上に寄与する。事業の契約内容は以下のとおり。

円借款承諾額／実行額	(I) 4,945 百万円 ／ 3,956 百万円 (II) 7,230 百万円 ／6,654 百万円[3] 合計 12,175 百万円 ／10,610 百万円
交換公文締結／借款契約調印	(I)1997 年 9 月　(II)1998 年 12 月 ／ (I)1997 年 9 月　(II)1998 年 12 月
借款契約条件	金利（I）2.1%（II）0.75% 返済（I）30 年（うち据置 10 年） （II）40 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／河南省人民政府
貸付完了	（I）2003 年 4 月 （II）2004 年 7 月
本体契約（10 億円以上）	なし
コンサルタント契約（1 億円以上）	なし
関連調査（ﾌｨｰｼﾞﾋﾞﾘﾃｨ･ｽﾀﾃﾞｨ：F/S）等（if any）	各サブプロジェクト・フィージビリティ・スタディ
関連事業（if any）	世界銀行借款　淮河汚染防止事業

本事業は、以下の表 1 と表 2 のとおり、1997 年の審査で 4 つのサブプロジェクト、1998 年の審査で 7 つのサブプロジェクトが選定され、それぞれ「河南省淮河流域水質汚染総合対策事業」、「河南省淮河流域水質汚染総合対策事業（II）」として計画された。

本事後評価では、サブプロジェクトを以下のような 2 類型に分け、分析を行った。

類型 1：下水処理サブプロジェクト（主に都市の生活汚水を対象とする）
類型 2：工場汚染源対策サブプロジェクト（汚染物質を排出する工場を対象とする）

[3]（II）実行額から 7）飛亜飛製紙工場環境汚染対策事業中止に係る繰上償還分 575 百万円（JICA 提供）を差し引いた額。

表 1　1997 年審査時サブプロジェクト一覧（I）

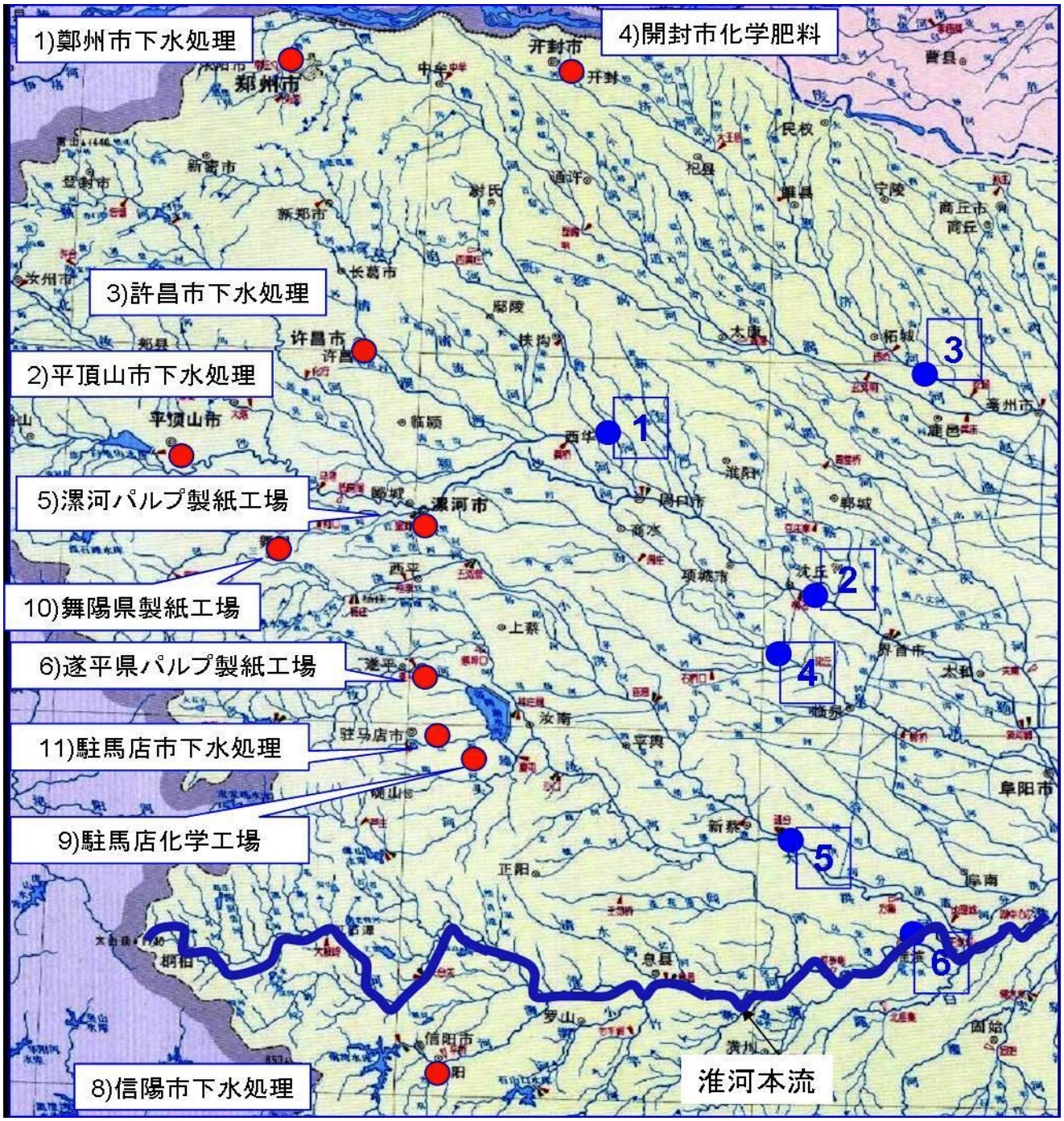
番号	サブプロジェクト名	類型	サブプロジェクト実施主体
1)	鄭州市下水道整備事業	1	鄭州市王新庄汚水処理場
2)	平頂山市下水道整備事業	1	平頂山市下水浄化公司
3)	許昌市下水道整備事業	1	許昌市下水処理場
4)	開封市化学肥料工場廃水処理対策事業	2	開封市化学肥料工場

表 2　1998 年審査時サブプロジェクト一覧（II）

番号	サブプロジェクト名		サブプロジェクト実施主体
5)	漯河パルプ製紙工場水質対策事業	2	漯河銀鴿製造製紙股分有限公司
6)	遂平パルプ製紙工場水質対策事業	2	遂平県造紙廠
7)	飛亜飛製紙工場環境汚染対策事業[4]	2	飛亜飛紙業公司
8)	周口パルプ製紙工場水質汚染対策事業	2	周口市造紙廠
9)	駐馬店化学工場水質汚染対策事業	2	駐馬店地区化工総廠
10)	舞陽県製紙工場水質汚染対策事業	2	舞陽明宇塩化集団公司第 2 製紙工場
11)	駐馬店都市下水汚染対策事業	1	駐馬店市汚水処理有限公司

注：番号は審査資料に記載されている順。

[4]本評価報告書では審査資料で用いられている「汝州パルプ製紙工場水質汚染対策事業」ではなく、円借款契約上の名称「飛亜飛製紙工場環境汚染対策事業」を用いる。



1-賈魯河西華大王庄
2-沙潁河沈丘紙店
3-恵済河鹿邑東孫営
4-泉河沈丘李墳
5-洪河新蔡班台
6-淮河淮浜水文ステーション

【凡例】
●：サブプロジェクトサイト
●：下流モニタリング断面

注：差し替え前・中止のサブプロジェクトは含まない。

図 1　実施サブプロジェクトと下流域モニタリング断面の地図

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

岸野　優子（アイ･シー･ネット株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価では、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2009 年 10 月～2010 年 10 月

現地調査：2010 年 1 月 17 日～2 月 6 日、5 月 14 日～5 月 20 日

2.3 評価の制約

事後評価は計画と実績の差異分析が基本となるが、本事業の計画（事業目的）が不明瞭であったことや調査上の制約もあって、有効性の評価は一定の推測に基づいたものとならざるを得なかった。

国際協力機構（JICA）の審査時資料では「河南省淮河流域の水質改善」が事業目的に挙げられているが、それ以上の具体的な目標は記されていない。事前調査や日中政府間協議では両国が本事業で何を目指していたのかを実施機関から聞き取った。聞き取り結果や事業の規模と期待される効果から、両国が「サブプロジェクト下流域の水質改善」を目指していたものと解釈し、本評価ではサブプロジェクト下流域の水質データを有効性の指標とすることにした。

次に明らかにすべきなのは、サブプロジェクト下流域とは具体的にどこかということだった。サブプロジェクトと水質改善の関係を検証するためには、処理水放流地点から至近のモニタリング断面の水質データが必要となる。そこで至近のモニタリング断面の水質データを入手しようとしたが、市・県政府環境局がデータを収集しはじめたのは 2､3 年前のことで､審査時から評価時までの経年データがなかった｡このため、データ入手が可能な河南省政府環境保護庁が直接管轄するモニタリング断面の水質データを採用することにした[5]。

有効性を評価するためには本事業がどの程度水質改善に貢献したかも分析する必要がある。しかし、環境保護庁が管轄するモニタリング断面はサイトから距離的に離れているため、そこに到達するまでに水質は各地で様々な影響を受けることになる。つまり、水質改善が確認できたとしても、本事業との関係を明確に説明することは不可能である。本事後評価調査で与えられた期間や費用では、水質に影響を及ぼす多くの要因について各河川の広大な流域で調査を実施することも困難だった。

[5]中央政府の国家環境保護部・水利部、淮河流域水利委員会、省政府の環境保護庁・水利庁、市・県政府の環境保護局･水利局など組織ごとにモニタリング断面を設置し､水質データを管理している。このため、同じモニタリング地点のこともあるが、組織によってモニタリング地点も断面数も異なることが多い。入手可能性が最も高かったのは本事業に直接関与している河南省政府環境保護庁のデータだった。

3. 評価結果（レーティング：B）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1　開発政策との整合性

（1）審査時の開発政策

中国の国家第 9 次 5 カ年計画（1996-2000 年）環境保護政策における最重要課題は、水質・大気汚染対策と都市環境改善だった。「国家環境保護第 9 次 5 カ年計画及び 2010 年長期目標」では、「環境汚染と生態系悪化を食い止め、一部の都市・地区で環境を改善し、経済発展と環境保護、生態系保全のモデル都市・地区を整備する」ことを目標に掲げていた。水質汚染対策では、本事業の対象河川を含む「三河三湖」[6]と七大水系が対象流域とされていた。

「河南省淮河流域水質汚染対策計画及び第 9 次 5 カ年計画」（1996-2000 年）では、鄭州市、平頂山市、許昌市、駐馬店市など、省内の主要都市に下水処理場を建設することと、汚染負荷の高い重点工場汚水源対策を実施することが必須とされた。2000 年までに河南省淮河流域のモニタリング断面 48 カ所[7]のそれぞれの化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand、COD）[8]を、国家地表水質基準 V 類（25mg/l 以下）からⅢ類（15mg/l）あるいは IV 類（20mg/l 以下）に改善するとしていた[9]。本事業はこの計画の中で実施されたものである。

（2）事後評価時の開発政策

国家第 11 次 5 カ年計画（2006-2010 年）では、主要汚染物質の排出総量を 10％削減することを目標に掲げ、生態系の保全、環境保護、資源管理などを強化するとしている。国家環境保護第 11 次 5 カ年計画（2006-2010 年）では、七大水系で III 類を上回る比率を 40％以上にすること、COD とアンモニア窒素の排出総量を 2005 年比 5％減、3％減とすること、都市汚水処理率を 60％以上とすることなどが目標に掲げられている。

「河南省淮河流域水質汚染防止計画及び第 11 次 5 カ年計画」（2006-2010 年）では、河南省淮河流域のモニタリング断面 46 カ所で COD とアンモニア窒素の排出目標値をそれぞれ設定し、断面ごとに III 類～V 類に改善することを明記している。省直轄 12 都市[10]では厳格な COD 削減率の目標を掲げ、汚水処理場の処理水質をさらに改善し、再利用率を高めていくことにしている。

---

[6]淮河、海河、遼河、太湖、滇池、巣湖。

[7]淮河流域水利委員会が管轄する河南省内の断面数。

[8]水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

[9] GB3838－1988 は、1988 年に国家環境保護局（現国家環境保護部）が施行し、COD 等水質に関わる 30 の指標につき I~V 類に分類している。2002 年に改定された GB3838－2002 では、COD 濃度の基準は III 類-20mg/l 以下、IV 類-30mg/l 以下、V 類-40mg/l 以下と、GB3838－1988 よりも緩和されている。

[10]鄭州市、開封市、平頂山市、許昌市、漯河市、駐馬店市、信陽市、商丘市、周口市、南陽市、洛陽市。

本事業は、国家、流域、省の政策において重点分野とされる淮河流域の水質改善に向けた取り組みであり、政策との整合性は高い。

3.1.2　開発ニーズとの整合性

3.1.2.1　河南省淮河流域の水質改善のニーズ

審査時、河南省淮河流域の水質汚染は深刻化し、COD 測定結果（1996 年）では、河南省内の淮河流域断面の 83%は最も汚染度の高い国家地表水質基準 V 類を超過し、一部断面ではヒ素、六価クロムなど重金属汚染物質の V 類超過もみられた。河南省は淮河流域の最も上流に位置することから、省内の水質汚染は下流域の安徽省、江蘇省、山東省にも深刻な影響を及ぼしており、早急な汚染防止対策が求められていた。本事業は主要都市や水質汚染の原因となっていた汚染対策重点企業に排水処理設備を整備するもので、審査時、評価時ともに事業実施の必要性は高い。

他方、本事業で整備された排水処理施設からの処理水は、現在、国が要求する水質基準には到達しなくなった。審査時の国家汚染物質排出基準を満たすため、当面のニーズに合わせて処理方式や処理規模で排水処理設備が建設された。しかし、2001 年から 2008 年にかけて生活・工場廃水の汚染物質排出基準が厳格化され、本事業で整備された設備だけでは基準に到達しなくなった。排出基準を順守するためにすべてのサブプロジェクトで先方負担による技術改造や設備追加が行われた。

3.1.2.2　計画の妥当性

（1）事業目標設定の妥当性

本事業では、当時の審査の制度上、厳格な事業目的や指標による目標設定が求められていなかったため、現在の JICA の評価制度からいえば目標設定が不十分と判断される点がある。計画では「河南省淮河流域の水質改善」という事業目的が掲げられただけで、具体的な目標は設定されていなかった。目標達成の道筋やサブプロジェクトの選定の理由も明確にされていない。事業目的と事業範囲の乖離が非常に大きく、より現実的な目標設定が必要だったと考えられる。

河南省淮河は図 1 に示すように数多くの支流に分かれ、流域面積は広大である。文字通りに事業目的を流域全体の水質改善ととらえるなら、選定されたサブプロジェクト数はあまりにも小さい。実施地も各支流に分散しており、まとまった水質改善効果も期待できない。

水質に影響を及ぼす様々な要因を考慮したうえで、どの河川のどの断面の水質をどこまで改善するのか、そのためにはどこでどのくらいの規模のサブプロジェクトが必要か、それらは円借款事業の対象としてふさわしいか、といった視点が欠けていたのではないか。河南省が実施する他の淮河水質改善事業と密接に連携しつつ、サブプロジェクトを戦略的に選定し、事業目的をサブプロジェクト規模に見合ったものに設定するなど、事業計画の論理構造や外部の要因を十分に検討する必要があった。

（2）サブプロジェクト選定の妥当性

審査時に選定された 11 のサブプロジェクトのうち、1 件が差し替え、1 件が中止、1 件の設備が運転開始後まもなく撤去された。これらの実施主体は、国有企業改革や産業構造調整、環境政策という大きな環境の変化に対応できなかった製紙工場や化学肥料工場だった。結果的に 9 件のサブプロジェクトからの効果しか挙げられず、事業目的の達成に影響を及ぼした。

3.2.1 で詳述するが、設備が撤去された 4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業は、完成から 4 年後に経営悪化で生産停止や生産一時中止となり、本サブプロジェクトで整備された 4 つの処理設備のうち 1 つが撤去され、残る 3 つは約 1 年間稼動を停止した。一部、30 年を経過した高濃度硝酸生産設備や硫酸生産設備に処理施設を付けたことも、稼動開始からわずか 5 年から 9 年で生産設備の老朽化に伴い処理施設が撤去される結果につながった。審査時、工場の財務状況に懸念が示されていたが、十分な財務分析や実態調査が実施されず、また、審査時の提言にもとづき、JICA は中間監理や案件実施支援調査（SAPI）を通じて財務的な持続性を確認してきたが、結果的に国内の政策や市場の変化に工場は対応することができなかった。審査において一歩踏み込んだ調査が実施されていれば、こういった事態を回避できた可能性も否定できない。

一方で公共性の強い下水処理整備事業は政府の保護もあっていずれも順調に実施されている。環境汚染防止という観点からすれば、COD の発生源となっている大規模工場に対する事業も主要都市の下水処理整備事業も必要性、緊急性はともに高い。しかし、円借款の対象という観点からは、持続性が政策や市場に大きく左右されるような工場よりも、公共性の高い下水処理場のほうがより適切だったのではないかと思われる。

以上から、審査では事業目的の明確化、具体的な目標設定、戦略的なサブプロジェクトの選定など計画の妥当性を十分に検証することが不可欠といえる。また、本事業のように複数のサブプロジェクトから構成され、借款契約でサブプロジェクトを特定するような場合には、実施段階の差し替えに迅速に対処できるような体制や仕組みを整備しておくことが望まれる。借款契約にサブプロジェクトを特定することなく、目的の達成に向けサブプロジェクトの調整が可能となるような柔軟な事業計画も考えられるのではないか。その場合には、目標達成により適切なサブプロジェクトを実施していくための、慎重で柔軟な案件運営監理体制が必要となろう。

3.1.3　日本の援助政策との整合性

国別援助方針にあたる対中経済協力計画（2001 年）では、「環境や生態系の保全、内陸部の民生向上や社会開発、人材育成、制度作り、技術移転などを中心とする分野をより重視する」との方針が打ち出された。「環境問題など、地球的規模の問題に対処するための協力」が援助重点分野の最重要課題に位置づけられており、本事業と援助

政策との整合性は高い。

以上より、本事業の実施は中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い[11]。

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1　アウトプット

（1）サブプロジェクトの変更

審査の後、借款契約が二度変更され、最終的に 10 件のサブプロジェクトが実施された。

表 3　変更サブプロジェクト一覧

審査時計画	実績
7）飛亜飛製紙工場環境汚染対策事業	中止
8）周口パルプ製紙工場水質汚染対策事業	8）信陽市下水処理事業（差し替え）

2002 年の借款契約変更では、「周口パルプ製紙工場水質汚染対策事業」が「信陽市下水処理事業」に差し替えられた。審査時、周口パルプ製紙工場は年間 1 万 7000 トンのパルプを製造しており、製造ラインを新設して年間 2 万 5000 トンを製造する計画だった。しかし、河南省では 2002 年から製紙業の構造調整が実施され、2003 年までに年間パルプ生産能力 1 万 7000 トン以下の製造ラインが閉鎖された。周口パルプ製紙工場もその対象になった。

「飛亜飛製紙工場環境汚染対策事業」サブプロジェクトの中止のため、2006 年に借款契約の変更を行なった。悪条件が重なった結果であり、サブプロジェクトの差し替えの検討も行ったが、それに要する期間と貸付実行期限の関係から実現しなかった。早い段階で差し替えの判断をしていれば、事業目的達成への影響を抑えることができたのではないか。中止に至る経緯は次のとおり。

審査時、平頂山市傘下の汝州市工場内に排水処理設備と古紙パルプ工場を建設し、処理水を北汝河に放流する計画だった。2000 年、北汝河の COD 排出量規制が強化されたため、汝州市に工場を建設できなくなり、サイトを平頂山市に移して実施することになった。2006 年には、河南省政府が製紙工場水汚染物質排出基準を大幅に強化したため、排水計画全体を見直す必要に迫られることになった。さらに免除されるはずだった用地取得費と法人税が平頂山市の決定により免除されなくなり、この負担が工

[11] 「計画の妥当性」の評価は妥当性のレーティングには、以下の理由により反映させなかった。(1) 当時（1997-1998 年）の審査では現在のような評価を念頭においた計画策定や指標による厳密かつ明確な目標設定が制度上、要求されていなかった。(2) 本事業のような複数のサブプロジェクトで構成される事業を一種のセクターローンと JICA では解釈しており、個別サブプロジェクトの厳密な審査は実務上困難であるとしている。

場の財務状況を悪化させた。このような状況のもと製紙業の産業構造調整政策の一環として企業の合弁、再編が推奨され、飛亜飛製紙工場も円借款事業実施の条件として市政府から赤字国有企業との合併を勧められた。しかし飛亜飛製紙工場はこれに合意しなかったため、中国政府と JICA の合意のもと、借款契約を変更し、サブプロジェクトを中止した。

（2）サブプロジェクトのアウトプット（別添 1 参照）

3 件のサブプロジェクトでは、計画からの変更があった。実施段階のサブプロジェクトを取り巻く環境の変化に対応したもので、妥当な判断だった。変更による全体の事業期間、事業費への大きな影響もない。

類型 1 で変更があったのは 3）許昌市下水道整備事業である。再生水高度処理建設は、予定していた給水先の需要が当面なくなったため、いったん取りやめられ、給水先を確保した後に自己資金で建設された。処理場建設に続いて内貨で建設する計画だった下水管渠は、地方政府による資金調達が困難だったため、外貨で対応することになった。この変更により、サブプロジェクトの期間は計画より 6 年間延長され事業費は 1.6 倍になった。一方で許昌市の集水面積は拡大され、施設稼働率も 30％台から 90％台へと向上した。

類型 2 では 5 件のサブプロジェクトのうち、6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業と 10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業で変更があった。前述の 2002 年の産業構造調整政策で、小規模の製紙工場が閉鎖・停止されると、市場ではパルプの需要が激減した。生産を継続するためには、自社でパルプ製造から製紙までの一貫した生産ラインを備えなければならず、遂平パルプ製紙工場では印刷用紙製造設備を、舞陽県製紙工場ではダンボール紙製造設備を追加した。

計画通り事業が完成した後に、設備が縮小されたり撤去されたりしたサブプロジェクトが 2 件ある。ひとつは 1）鄭州市下水道整備事業で、稼動開始から 3 年後の 2006 年に 40 万トン/日の汚水処理設備が 24 万トン/日に縮小された。2002 年に都市汚水処理汚染物質排出基準が強化され（GB18918-2002）、新たにアンモニア窒素、大腸菌、リンを除去するため、新たに設備を追加する必要性に迫られたためである。2006 年、反応タンクにアンモニアと窒素を除去するための内部回流システムポンプを 3 つ追加するとともに、処理方式を変更した。設備の容積が限られていたため、円借款で整備された設備を縮小し、新たに自己資金にて 16 万トン/日処理能力の設備を設置した。

もうひとつは妥当性の項で述べた 4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業である。開封市化学肥料工場（審査時名称）[12]は、2003 年 4 月、市場の要因による業績悪化でヒ素、シアン、高濃度硝酸、硫酸の生産をすべてストップせざるを得なくなった[13]。

[12]1998 年開封開化学集団有限公司に名称変更したが、ここでは審査時名称を用いる。
[13] ヒ素、シアン、高濃度硝酸、硝酸のうち、シアン、高濃度硝酸、硝酸は一時的な生産停止であり、2004 年に生産が再開された。

この段階でヒ素は生産停止、ヒ素排水処理設備は撤去された。その後 2004 年 5 月に設立された「開封晋開化学有限責任公司」にシアンと高濃度硝酸が引き継がれ生産が再開されたものの、河南省環境保護庁による窒素肥料業界環境保護技術規範に対応できず、2005 年 9 月、シアン排水処理設備が撤去された。1960 年代導入の高濃度硝酸生産設備に設置された濃硝酸排水処理設備は、生産設備の老朽化に伴い、2004 年、生産設備とともに撤去された。開封市化学肥料工場（審査時名称）では 2004 年に硝酸の生産が再開されていたが、2 つの生産装置は 1960 年代と 1980 年代のもので、維持管理が適切でなかったこともあって老朽化が激しく、2008 年の安全検査の結果を受け、硫酸排水処理施設は生産装置とともに撤去された。

図 2　鄭州市下水処理場の反応タンク

図 3　開封市化学肥料工場廃水処理対策事業の設備撤去跡

3.2.2　インプット

3.2.2.1　事業期間

事業期間は、(I)1997 年 9 月～2000 年 12 月（40 カ月）、(II)1998 年 12 月～2001 年 12 月（49 カ月）の計画に対し、実績は(I)1997 年 9 月～2006 年 12 月（112 カ月）、(II)1998 年 12 月～2008 年 6 月（115 カ月）でそれぞれの計画比は 280%と 235%だった。各サブプロジェクトの期間は 4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業の計画比 65%を除いて、計画比 150%と大幅に上回った（別添 2 参照）。重症急性呼吸器症候群（SARS）による出張禁止措置や煩雑な手続きなどで正式運転から竣工検査承認までに相当期間を要したことも影響した。

計画比 200%超となった 5 件のサブプロジェクトの遅延理由は次のとおりである。

5）漯河パルプ製紙工場水質対策事業と 10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業は政策の影響を大きく受けた。2002 年から 2005 年まで実施された製紙業界の産業構造調整によって市場が変化し、生産ラインや生産規模、汚水処理等への投資計画の中断や変更を余儀なくされた。さらに漯河パルプ製紙工場では国有企業改革によって株式の構成が変わり、経営方針の決定までに時間を要した。舞陽県製紙工場では産業構造調

整の影響で経営困難に陥って破綻し、新会社が設立されて事業が再開されるまで時間がかかった。3）許昌市下水道整備事業と 6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業の遅延は地方政府の資金調達が滞ったことが原因である。9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業では企業幹部が交代して工事が中断したこと、ショッピングリストや入札の見直しで時間を要したことが遅延の理由である。

3.2.2.2　事業費

(I)と(II)を合わせた総事業費は、当初計画の 321 億 7600 万円（うち外貨 121 億 7500 万円）に対し、実績は 299 億 5000 万円（うち外貨 106 億 1000 万円）で、計画を下回った。中止分を除いた総事業費計画額 307 億 2900 万円（うち外貨 114 億 3200 万円）に比して 97.5%だった。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性（レーティング：b）

3.3.1　定量的効果（サブプロジェクト下流域の水質改善）

上述のとおり、事業目的を「サブプロジェクト下流域の水質改善」ととらえ、以下の 2 つのレベルで分析を行う。

（1）運用・効果指標（事業全体の効果と各サブプロジェクトの効果）

（2）サブプロジェクト下流域モニタリング断面の水質（COD）

3.3.1.1　運用・効果指標

（1）事業全体の効果

審査時計画の COD 除去量は設備の設計から年間 24 万 3165 トンとされた。7）飛亜飛製紙工場環境汚染対策事業が中止になったことに伴い、計画上の COD 除去量は年間 19 万 7610 トンに下方修正された。評価時に稼動している 9 件のサブプロジェクトの 2009 年 COD 除去量総和は 14 万 457 トンで、計画比 71%だった。

表 4　COD 除去量

（単位：トン）

	計画	実績	計画比
類型 1 下水処理サブプロジェクト	98,740	115,097	117%
類型 2 工場汚染源対策サブプロジェクト	98,870	25,360	26%
合計	197,610	140,457	71%

類型 1 が計画比 117％であるのに対し、類型 2 は計画比 26％と低い。下水処理場

は管渠建設区域が大きくなり排水量が年々増えているため COD 除去量も増加する傾向にあるが、工場ではクリーナープロダクションの導入によって、生産用水を節水したり、循環利用率を高めたりした結果、排水量が計画時よりも減ったことが影響している。加えて、国や河南省の製紙工業水汚染排出基準が厳格化されたことに伴い、自己資金で深層ばっ気装置や嫌気処理設備などを追加・新設して単位生産当たりの COD 排出量を削減したことが大きい。図 4 のとおり、製紙工場では単位生産当たりの排水量と COD 排出量はそれぞれ 64%～72%、81%～94%減った。9)駐馬店市化学工場では処理水の 95%以上が工場内のガス洗浄水に再利用されるよう計画されていたため排水量は変わっていないが、単位生産当たりの COD 排出量は 32%削減された。水質改善にはプラスの要因で肯定的に評価できる。

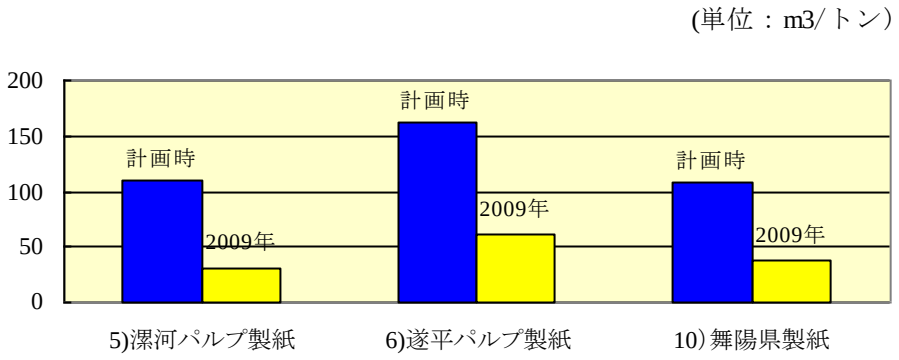


図 4　単位生産当たり排水量の変化

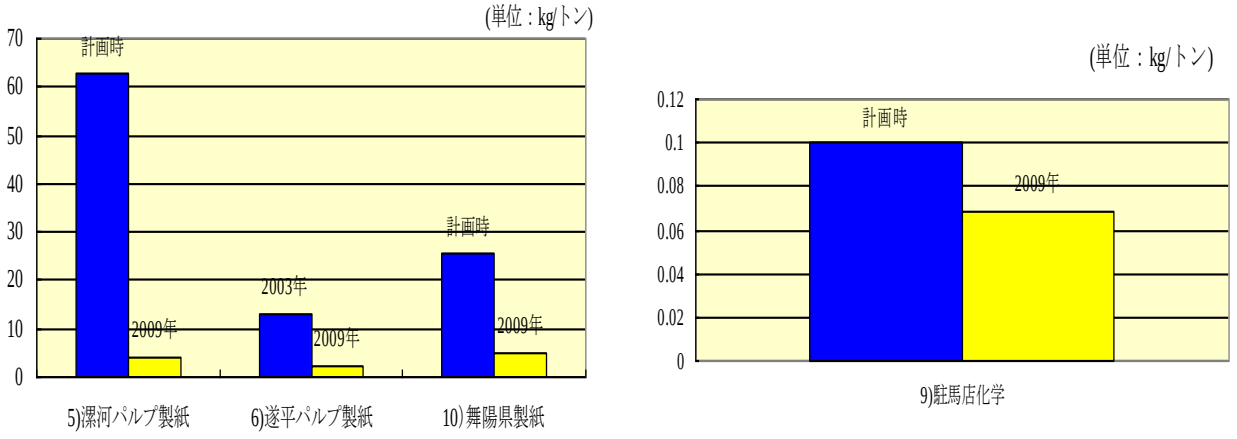


図 5　単位生産あたり COD 排出量の変化

表 5 のとおり、類型 1 はすべての指標で計画比 80%以上の達成率であり、類型 2

でも COD、生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand、BOD）[14]、浮遊物質（Suspended Solids、SS）[15]の除去率は 92%以上と高く、本事業の効果は十分に発揮されているといえる。

表 5　主要指標の計画・実績比

類型 1

	計画（1997）	実績（2009）	計画比
汚水処理人口(万人)	311	274	88%
汚水処理量（万㎥/日	83	84	101%
COD除去量（ﾄﾝ/年）	98,740	115,097	117%
COD除去率(%)	78	89	114%
BOD除去量（ﾄﾝ/年）	45,825	50,793	111%
BOD除去率(%)	86	91	106%
SS除去量（ﾄﾝ/年）	67,215	84,739	126%
SS除去率（%）	87	93	107%

出所：計画値-審査資料集、実績 - 各サブプロジェクト
注 1：除去率は、汚水流入時の水質と、処理済み水の水質との比較で、各サブプロジェクトの平均値である。
注 2：実績値には自己資金で追加的に建設した設備の効果を含む。

類型 2

	計画	実績（2009）	計画比
汚水処理量（万㎥/日	11	7	61%
COD除去量（ﾄﾝ/年）	78	83	106%
COD除去率(%)	N/A	92	N/A
BOD除去量（ﾄﾝ/年）	27,968	6,827	24%
BOD除去率(%)	N/A	95	N/A
SS除去量（ﾄﾝ/年）	34,885	13,919	40%
SS除去率（%）	N/A	96	N/A

出所：各サブプロジェクト
注 1：除去率は、汚水流入時の水質と、処理済み水の水質との比較で、各サブプロジェクトの平均値である。
注 2：実績値には自己資金で追加的に建設した設備の効果を含む。
注 3：上記の数値は評価時稼働中のサブプロジェクトのみ。
注 4：9）駐馬店市化学工場の BOD、SS 値は入手できなかったため、上記数値に含まない。

（1）各サブプロジェクトの効果

1）類型 1：下水処理サブプロジェクト（別添 3 参照）

下水処理設備が十分に運用されているかどうかをみる指標に汚水処理量[16]と設備稼働率[17]がある。類型 1 の 2009 年の汚水処理量と設備稼働率はいずれも 8 割以上で、評価時点で設備は有効に運用・活用されている。ただし、運転が開始されてから数年間、設備稼働率が低い下水処理場があった。処理区の管渠枝線が下水処理設備完成後に建設されたケースで、3）許昌市下水道整備事業では運転開始後 2 年間は設備稼働率が 30%台、11）駐馬店市都市下水汚染対策事業では運転開始後 1～2 年は設備稼働率が 50%だった。8)信陽市下水処理整備事業では現在も管渠が敷設されていない地域があるため、100%には達していない。

水質面での課題は、夏の大雨時に十数日程度、下水の一部が未処理のまま河川に放流され、水質汚染につながっていることである。3）許昌市下水処理場を除いて雨水と汚水を一つの管渠で排除する合流式下水道で処理されているため、一度に晴天時の計画汚水量の一定倍率以上になると、このような事態が発生する。政府は分流式への切り替えを推奨しているが、建設費などの問題から古い町ではなかなか切り替えが進んでいない

[14]水の汚濁指標で特に工場廃水などの規制項目の一つとして重要。微生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素量として表され、この値が大きいほど、水の汚れの度合いが高い。
[15]水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンとその死骸、下水・工場廃水などに由来する有機物や金属の沈殿などが含まれる。
[16] 下水処理場が受け入れ処理する量。
[17] 日平均処理量/設備能力。

のが現状である。

処理水の水質は、自己資金で設備を追加していることもあって、すべてのサブプロジェクトで 2002 年に改定された都市汚水処理場汚染排出基準一級（A 級または B 級）[18]を満たしている。

2）類型 2：工場汚染源対策サブプロジェクト（別添 4 参照）

6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業と 9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業の設備稼働率は良好であるが、5）漯河パルプ製紙工場水質対策事業と 10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業では 48%、44%と低く、設備能力が十分に活用されていない。漯河パルプ製紙工場では、節水や排水の再利用などの措置により排水量が大幅に減ったことが影響した。舞陽県製紙工場では、計画時に対象としていた 5 工場のうち小規模工場が産業構造調整で閉鎖され、1 工場だけが対象になった。さらに国の政策に応じて製造プロセスを変更し、生産用水の 70%が古紙パルプ製造の生産ラインで再利用されるようになり、排水量が減ったことが原因である。

処理水の COD は、類型 1 と同様、自己資金で排水処理設備が追加されており、製紙工業水汚染排出基準[19]、合成アンモニア工場水質汚染物質排出基準[20]を満たしている。

図 6　舞陽県製紙工場

図 7　駐馬店市化学工場の処理水

3.3.1.2　サブプロジェクト下流域の水質（COD 濃度）

河南省環境保護庁が管轄するサブプロジェクトの下流域モニタリング断面は以下のとおりである。番号 1 を除き 5 カ所は河南省と安徽省の境に設置されたモニタリング断面である。サブプロジェクトから距離的に離れており、断面の水質はサブプロジェ

[18] GB18918-2002 の中で規定している汚染物質濃度は次のとおり。COD-50mg/l（A 級）、60mg/l（B 級）、BOD-10 mg/l（A 級）、20 mg/l（B 級）、SS-10 mg/l（A 級）、20 mg/l（B 級）。

[19] GB3544-2008 の中で規定している汚染物質濃度は次のとおり。COD-120 mg/l（古紙パルプ）、COD-150 mg/l（その他のパルプ製造）。

[20] GB13458 -2002 の中で規定している汚染物質濃度は COD-150 mg/l。

クトが対象としていない多くの生活・工場廃水の影響や、本事業以外の水質改善事業の影響も受ける。したがって、2.3　評価の制約で述べたとおり、サブプロジェクトとモニタリング断面の水質の変化との関係を検証することは不可能であるし、正確に本事業の有効性を評価することも困難である。ここでは、サブプロジェクトの下流域モニタリング断面の COD がどのように変化したか、審査時に中国政府が設定していた COD 目標が達成されたかどうかをみることにする。

表 6　サブプロジェクト下流域モニタリング断面

番号	下流モニタリング断面名	サブプロジェクト	処理水流入河川/水系
1	賈魯河西華大王庄	1）鄭州市下水道整備事業	賈魯河/沙潁河
2	沙潁河沈丘紙店	2）平頂山市下水道整備事業	湛河/沙河、潁河、沙潁河
		3）許昌市下水道整備事業	清異河/清泥河、沙潁河
3	恵済河鹿邑東孫営	4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業	渦河/恵済河
4	泉河沈丘李墳	5）漯河パルプ製紙工場水質対策事業	南馬沟河/黒河、泥河、泉河
5	洪河新蔡班台	6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業	李旺河/北汝河、汝河、洪河
		9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業	黄酉河/宿鴨湖、洪河
		10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業	洪河
		11）駐馬店都市下水汚染対策事業	練江河/宿鴨湖、洪河
6	淮河淮浜水文ステーション	8）信陽市下水処理事業	溮河/淮河本流

（単位：mg/l）

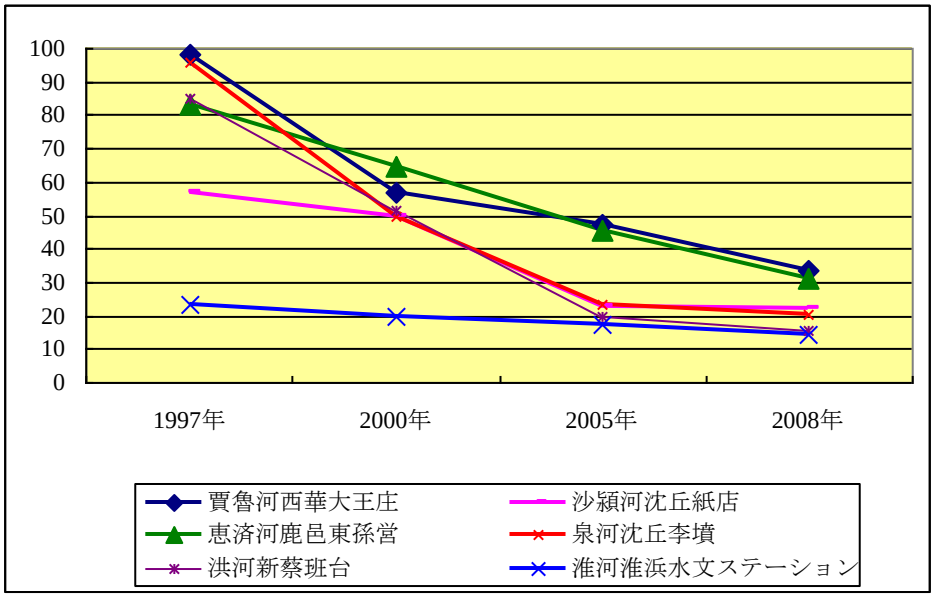


図 8　サブプロジェクト下流域断面 COD の推移

図 8 のとおり、6 カ所すべてのモニタリング断面で COD が改善されている。淮河本流に設置された淮河淮浜水文ステーションの水質は飲料可能なレベルまでになった。これは、本事業のほか、これまで中央政府や河南省政府が実施してきた環境政策や淮河水質改善事業、汚染物質を排出する企業体の環境対策[21]の効果ととらえることができる[22]。

一方、審査時に中国政府が掲げていた目標値に到達したのは表 7 のように、洪河新蔡班台と淮河淮浜水文ステーションの 2 カ所だけだった[23]。達成度は 3 割にとどまるが、人口増加や経済発展といった水質にマイナスの影響を及ぼす要因を考慮するならば、2008 年の COD まで改善できたことは評価に値する。実際にサブプロジェクト所在地の市・県では 1997 年から 2009 年の間に人口は約 6%増加し、地域総生産は約 3 倍、工業総生産は約 4 倍に増え[24]、環境への負荷は増大したといえる。

表 7　サブプロジェクト下流モニタリング断面の COD

（単位：mg/l）

番号	下流断面	1997年	2000年	2005年	2008年	審査時の2000年目標濃度
1	賈魯河西華大王庄	98	56.6	47.6	33.3	20以下
2	沙潁河沈丘紙店	57.1	49.9	22.9	22.1	20以下
3	恵済河鹿邑東孫営	83.2	64.8	45.5	31.3	25以下
4	泉河沈丘李墳	95.9	49.5	23.4	20.2	20以下
5	洪河新蔡班台	85.1	51.7	19.8	15.6	20以下
6	淮河淮浜水文ステーション	23.3	20	17.1	14.2	15以下

出所：河南省政府環境保護庁

[21]中華人民共和国環境保護法・1989 年 12 月 26 日・中華人民共和国主席命令第 22 号にて、汚染物質を排出する企業は技術革新を通じて自らが工場による汚染を防止するように努めなければならないと定められている。国家が定める基準を超えて汚染物質を排出する場合には規定に従って排出費用を納めなければならない。

[22] 「河南省淮河流域水質汚染対策計画」の第 9～11 次 5 カ年計画（1996-2010 年）で計画された投資総額は約 221 億元（403 事業）に上る。

[23]本評価では、審査時に明確な数値目標が設定されていなかったため、「河南省淮河流域水質汚染対策計画及び第 9 次 5 カ年計画」（1996-2000 年）で目標に掲げられた国家地表水質基準の COD を本事業の目標値ととらえることにした。2002 年、中国では国家地表水質基準の COD が緩和され、「河南省淮河流域水質汚染対策計画及び第 11 次 5 カ年計画」（2006-2010 年）では審査時の目標値から下方修正された値が 2010 年の目標に揚げられている。

[24] 各サブプロジェクトを所管する市・県政府による。

3.2.1.3　内部収益率の分析結果

審査時に 1）鄭州市下水道整備事業、2）平頂山市下水道整備事業、3）許昌市下水道整備事業の下水処理･再生水料金収入を便益として、建設費、下水処理費、維持管理費、税金を費用として財務的内部収益率（FIRR）を計算したところ、それぞれマイナス 2.45 ~3.03%（プロジェクトライフ 30 年）、2.17%（同 23 年）、2.1%（同 22 年）だった。このうち、本事後評価調査でデータが入手できた 1）鄭州市下水道整備事業と 3）許昌市下水道整備事業の FIRR を再計算したところ共にマイナスとなった。維持管理費がそれぞれ計画の 1.17 倍、2.35 倍になったこと、3）許昌市下水道整備事業では建設費や税金が計画を大きく上回ったことが要因である。

3.3.2　定性的効果

3.4.1 を参照。

以上より、本事業の実施により一定の効果発現がみられるが、事業目的であるサブプロジェクト下流域の水質改善の達成率は約 3 割で、有効性は中程度である。

3.4 インパクト

3.4.1　インパクトの発現状況（サブプロジェクト下流域住民の生活環境の向上）

本評価調査では、サブプロジェクト下流域の農民や住民が水質の変化についてどのように認識しているか、また水質の改善によって農業環境や住民の生活環境がどのように変化したかを確認することを目的として、受益者質問票調査を実施した。調査の対象は、5）漯河パルプ製紙工場の処理水排水先である南馬沟河が合流する黒河下流域に住む農民 32 人、住民 28 人と、6）遂平パルプ製紙工場の処理水排水先である汝河下流域に住む農民 33 人、住民 32 人の合計 125 人だった。

（1）水質の変化

黒河下流域の農民のうち 97%が事業実施前後で「水質が改善した」と回答し、川の色は黒から黄緑に変化したと認識している。事業実施前は 60%が河川の水を使用不可能な汚水にすぎないと考えていたのに対し、実施後は 69%が農業用水として使用可能だと考えるようになった。汝河下流域では、88%の農民が事業実施前後で「水質が改善した」と回答し、川の色は黒または赤から緑に変化したと認識している。事業実施後は農業用水のほか、景観用水として活用できると回答した人が 46%に達した。両方の河川流域に住む農民が水質の改善を認識しており、それによって河川の利用が進んだことがわかる。

図 9　南馬沟河

図 10　黒河

（2）農業環境の変化

調査地域の主な農産物は小麦で、とうもろこし、大豆がこれに続く。農業用水は地下水または河川から取水している。黒河下流域では 90％が、水質が農作物の品質・収量に影響が「ある程度ある」または「非常にある」と回答したが、88％が事業実施後、収量が「いくらか増加した」または「大幅に増加した」と回答した。汝河下流域ではそれぞれ 64％、97％だった。このように多くが河川の水質変化が農業収入に一定の好影響を与えたとみている。

（3）生活環境の変化

黒河下流域では 86％の住民が、水質の変化が生活に「一定のメリットをもたらした」または「非常に多くのメリットをもたらした」と回答し、50％が「景観が良くなった」と回答した。汝河下流域ではそれぞれ 88％、53％だった。事業実施前に河川を何らかの目的で訪れていたのは 40%（黒河）、41%（汝河）だったのに対し、実施後は 93%（黒河）、97%（汝河）に増えた。訪問目的も遊泳、釣り、散歩など幅が広がった。汝河下流域では「悪臭がなくなった」と回答した住民が 50％あった。事業実施後、遂平パルプ工場から出る黒い液が汝河に排出されなくなったためと考えられる。

図 11　受益者調査の様子

図 12　汝河

サンプル数が少ないこと、受益者の知識レベルや河川への関心レベルはまちまちであることから、本受益者調査結果が受益者全体を代表するものではないが、サブプロジェクト実施地域では事業実施後、水質の改善に伴い、農業環境と生活環境が改善されたと認識している受益者が多いことがわかる。

3.4.2　その他、正負のインパクト

3.4.2.1　自然環境へのインパクト

類型 1 で計画されていた環境対策は、悪臭対策、騒音対策、下水処理過程で発生する副産物の汚泥処理だった。悪臭と騒音についてはほぼ計画通り、緑地帯などの隔離帯の設置、処理場外 200m 範囲内の住宅建設禁止、騒音・振動軽減装置の設置などの対策がとられた。汚泥は乾燥して肥料に利用する計画だったが、実施されたのは 3)許昌市下水処理事業だけで、その他は乾燥、焼却せずそのままゴミ処理場に埋め立てているのが現状だ。各サブプロジェクト実施主体からは、現状の処理方法による問題は指摘されていない。

類型 2 については JICA 審査資料に環境負荷軽減措置が明記されていない。中国側の計画に基づき悪臭対策、騒音対策、大気汚染対策、固形廃棄物処理など適切な措置がとられ、環境問題は発生していない。汚水処理過程で発生する活性汚泥はほとんどのサブプロジェクトで肥料やレンガや包装用紙の添加剤として再資源化され、無償提供されたり、販売されたりしている。

3.4.2.1　住民移転・用地取得

1997 年と 1998 年の審査では住民移転は計画されていなかった。2002 年に借款契約変更のあった 8）信陽市下水処理事業で 2 世帯 8 人が移転対象となり、補償金 8 万元が支払われた。サブプロジェクト実施主体によると移転手続きは問題なく実施され、移転後の住民の生計は改善されたとのことである。4）開封市化学肥料工場廃水処理対

策事業と 9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業を除く 8 つのサブプロジェクトで用地取得があり、取得総面積は 2551 ヘクタール、取得総額は 9266 万元だった。

水質改善という事業の性質上、インパクトが確認できるのは事業地周辺と排水放流地点付近であり、放流地点から離れれば離れるほどその影響は小さくなる。したがって、地域的には限定されるものの、受益者調査結果からは本事業が地域住民の生活環境の改善に結びついたことが確認されており、その他のマイナスのインパクトもないことから、一定の効果があったと評価できる。

3.5 持続性（レーティング：a）（別添 5 参照）

3.5.1　運営・維持管理の体制

（1）実施機関

審査時（1997 年）、河南省政府内に省計画委員会、省環境保護庁、省対外経済貿易委員会が参加する河南省円借款環境保護プロジェクト弁公室が設立された。サブプロジェクトは同弁公室の指導監督下で各実施主体によって行われることになった。評価時点では、省発展改革委員会[25]の対外経済処が同弁公室としてサブプロジェクトの運営状況を指導・監督を実施している。環境監督機関は政策法規部、計画財務部、宣伝教育部、紀律検査監査室からなる省環境保護庁で、環境保護計画策定、環境観測・執行などに責任を持つ。両組織とも定期的にサブプロジェクトを巡回・指導しており、監督機関としての体制に問題はない。

（2）サブプロジェクト実施主体

審査時から実施主体や組織名称が変更になったところが多い（別添 6 参照）。

評価時点で国が 100％出資する国有企業は 1)中原環境保護股フェン有限公司、2)平頂山市下水浄化公司、8)信陽市汚水処理有限責任公司だけで、多くが 1990 年代以降に始まった国有企業改革の延長として 2003 年から 2008 年の間に株式会社へ改組された。3)許昌瑞貝卡浄化水事業有限公司と 11)駐馬店市汚水処有限責任公司は 2006 年に民営化され、新しく企業経営のメカニズムを構築した。3) 許昌瑞貝卡浄化水事業有限公司の株主である瑞貝卡集団公司は上場企業で不動産、鉱業、水道、高速道路、ホテル等、6 つの子会社を持つ。8)駐馬店市汚水処有限責任公司は上水道事業やミネラルウォーター製造事業などを実施している駐馬店市邦業水道集団公司が 100％出資した企業である。実施機関によれば、どちらも会社法に基づき監督管理されており、体制には問題ないとのことだった。なお、4）開封晋開化学有限責任公司は 2009 年 12 月に経営破綻した。

[25]省計画委員会から 2003 年に経済貿易委員会の業務を統合して改称された。

3.5.2　運営・維持管理の技術

（1）実施機関

環境監督機関の省環境保護庁は、サブプロジェクト施設の運行状況と汚染物質排出量の調査を定期的に実施している。各サブプロジェクトの排水口には環境庁の 24 時間自動オンラインモニタリング機器が設置されているほか、省や 9 つの省管轄市、全県にある環境モニタリングステーションとともに、毎月、モニタリングや水質検査、指導・監督を実施している。

（2）サブプロジェクト実施主体

情報を得られたすべての実施主体で運営・維持管理の技術評価基準が設定され、その基準を満たす職員が配置されている。技術力向上のための研修制度も確立されており、技術レベルの維持、新技術の習得に問題はないと判断される。実施機関によれば、運営・維持管理上の技術水準は高く、管理規範も適切であると評価している。これまでの稼働状況からも、技術能力は適切な水準にあるといえる。

3.5.3　運営・維持管理の財務

（1）実施機関

サブプロジェクトの財務上の持続性には直接かかわらないため、評価対象外とした。

（2）サブプロジェクト実施主体

類型 1 の財務については、審査時（1997 年）、下水処理費の料金設定が低く、単位当たり維持管理費を賄えないため、維持管理体制の見直しと料金体系の是正が必要であると指摘されていた。河南省の下水処理費[26]は 2004 年に改定され、現在の㎥当たりの費用は家庭用 0.65 元、商業用 1 元、工業用 0.8 元と審査時よりも 25～333％値上げされた。実際の㎥当たりの維持管理費用は、下水処理場や年度によって 0.31 元～2.21 元とばらつきがあるが、下水処理費単価が維持管理費単価を下回ったのは施設稼働率が低い時期に限られる。したがって、設備が十分に稼動され下水処理費が 100％徴収されれば、現在の水準で問題ないといえる。

他方、効率的な運営管理という点からは、現在の下水処理費の管理体制に改善の余地があるといえよう。下水処理事業は公共性が高く、政府の長期的で安定的な保障が必要との判断のもと、下水処理費は上水道費と一緒に別組織が代理徴収し政府に上納したのち、政府が下水処理場に毎年の必要な維持管理費を予算配分する。このため、下水処理場では経営改善のインセンティブが抑えられる傾向にある。今後、政府には実施主体が維持管理業務の効率化とコスト縮減を一層進められるような下水処理費の管理体制に改善することが期待される。実施主体にはコスト削減や再生水販売、汚泥

[26]省政府が住民参加の公聴会開催後、指導価格を設定した基準額に基づき、市・県政府が下水処理費を決定、省政府が許可する仕組みである。

の資源化など収入源を増やす経営努力が望まれる。

類型 2 の実施主体の 2006-2008 年の財務指標（別添 7 参照）は、流動比率が低く短期的な支払い能力が低いと考えられるが、それ以外は概ね良好である。10）舞陽銀鴿製紙有限公司では 2008 年の総資本利益率と売上高純利益率がマイナスになった。2007 年に売上高が前年度比 112％増加し、2008 年はそれを若干下回ったところに財務費用がかさんだことが原因と考えられる。同公司への質問票調査では財務上の問題には言及されておらず大きな問題はないものと思われるが、今後も実施機関による財務状況のモニタリングが求められる。

3.5.4　運営・維持管理の状況

稼動しているすべてのサブプロジェクトで、規定に基づき良好に運営・維持管理されていることが確認された。類型 1 のサブプロジェクトでは予備設備が設置され、故障時でも汚水処理に影響が出ないような措置がとられている。前に述べたように、合流式下水道の処理場では夏の大雨時の汚水対策が課題であり、実施可能な改善策を検討することが求められる。

類型 2 のサブプロジェクトではクリーナープロダクションへの転換が進んでいる。5)河南銀鴿実業投資股分有限公司では排水処理施設に酸化溝、嫌気設備を追加し、アルカリ回収率は 89％以上に達した。このほか、日本企業と合弁で節水、省エネルギーによる特殊用紙の生産を試みている。6）駐馬店市白雲製紙有限公司は 2004 年に河南省環境保護庁が実施するクリーナープロダクション検査に合格し、2009 年には河南省エネ削減科学技術イノベーションモデル企業、節水型企業としても認められた。9)河南駿化発展株式有限公司は ISO9001 国際品質マネジメント規格と ISO14001 国際環境マネジメント規格を相次いで取得した。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4.1　結論

国の重点課題である淮河流域水質改善政策において、最も上流に位置する河南省淮河流域では特にその必要性が高い。本事業は主要都市や汚染源となっている工場に排水処理設備を建設し、水質改善に寄与しようとするもので政策との整合性は高い。一方で、円借款事業としての目標設定やサブプロジェクトの選定など計画が十分でなかったことが指摘される。稼働中の個々のサブプロジェクトの効果は十分に上がっているにもかかわらず、目標設定が高かったことなど事業計画そのものの適切性が影響して、事業全体としての有効性は中程度にとどまった。稼働中の設備は適切に運営・維持管理されており、体制的、技術的、財務的問題もなく、今後の持続性は確保される

と考えられる。

以上より、本事業の評価は（B）高いといえる。

4.2 提言

4.2.1　実施機関への提言

（1）ほとんどのサブプロジェクトでは、雨水と汚水を一つの管渠で排除する合流式下水道で処理されているため、大雨時の下水量は処理場の処理能力を超え、下水の一部が未処理のまま河川に放流されている。これによる水質汚染を防ぐため、政府は一層、雨水と汚水の分流式管渠建設に力を入れ、合流式管渠から分流式管渠へ徐々に切り替え、下水処理場が十分にその役割を果たせるようにすることが望まれる。

（2）下水処理場自体がより効率的に運営管理できるよう、政府による下水処理費の管理体制を改善するとともに、各下水処理場に対し維持管理の効率化と費用の縮減に加え、再生水の販売、汚泥の資源化など、収入源を増やし自立発展性を高める工夫を求めていくことが必要と思われる。

4.2.2　JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

（1）本事業は実施機関による運営管理が良好でサブプロジェクトのレベルでも効果が発現しているにもかかわらず、事業目的に「河南省淮河流域の水質改善」という国レベルの長期的で広範な目標が掲げられていたため、水質改善に寄与しているものの、その達成にまでは至らなかった。このように、複数のサブプロジェクトからなる事業やセクター全体を支援するような事業を実施する場合には、実施可能なサブプロジェクトの範囲を与件として、適切で達成可能な事業目標を明確に設定することである。計画の妥当性なくして目標達成は望めないことから、審査では、さらに目標達成の道筋を明確にすること、事業規模から見込まれる効果と外部要因の影響を十分に検討することが求められる。借款契約でサブプロジェクトを特定するような場合には、実施段階の差し替えに迅速に対処できるような体制や仕組みを整備しておくこと、そして借款契約にサブプロジェクトを特定しない柔軟な事業計画を立てる場合には、実施段階でサブプロジェクトの適切な調整が可能となるような慎重で柔軟な運営監理が望まれる。

（2）本事後評価では審査時のサブプロジェクト選定の根拠を明確にすることができなかった。政策や市場など外部要因による影響はあるとはいえ、完成後、10 年未満で排

水設備が撤去されたりするなど、サブプロジェクトの選定に課題があったことは否めない。審査では、円借款事業としての適切性、戦略性、持続性を十分検討のうえ、サブプロジェクトを選定することが肝要である。円借款環境事業の対象には、政策や市場の影響を受けやすい事業より、下水処理事業のように公共性が高い社会基盤整備などのサブプロジェクトを選定するほうが持続性、公平性の観点からより適切であると考えられる。

（3）本下水処理事業では円借款による建設が処理施設と下水幹線に限定され、枝線の建設は地方政府によって実施するケースが多かった。地方政府による資金調達の遅れから下水枝線の建設が滞り、処理施設完成後、設備稼働率が低くとどまっていたサブプロジェクトがあった。管渠と下水処理施設を一体のものとして円借款の対象にすることで設備稼働率が高まり、事業の効率性も上がる。事業計画策定にあたってはこの点を留意すべきである。

以上

主要計画／実績比較

項　　目	計　　画	実　　績
①アウトプット	別添１参照	別添１参照
②期間	(I)1997年9月～2000年12月 （40カ月） (II) 1998年12月～2001年12月 （49カ月）	(I)1997年9月～2006年12月 （112カ月） (II) 1998年12月～2008年6月 （115カ月）
③事業費(I) 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート 事業費(II) 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート **総事業費(I)＋(II)** 外貨 内貨 合計 うち円借款分	（I） 4,945百万円 10,881百万円 （800百万元） 15,826百万円 4,945百万円 1元＝13.6円 （1997年2月現在） （II） 7,230百万円 9,120百万円 （570百万元） 16,350百万円 7,230百万円 1元＝16円 （1998年5月現在） 12,175百万円 20,001百万円 （1,370百万元) 32,176百万円 12,175百万円	（I） 3,956百万円 10,645百万円 （763.19百万元） 14,601百万円 3,956百万円 1元＝13.9479円 （1999年～2004年平均） （II） 6,654百万円 8,695百万円 （623.39百万元） 15,349百万円 6,654百万円 1元＝13.9479円 （1999年～2004年平均） 10,610百万円 19,340百万円 （1,386.58百万元) 29,950百万円 10,610百万円

別添 1　サブプロジェクトのアウトプット

類型 1：下水処理サブプロジェクト

サブプロジェクト名	計画	実績
1）鄭州市下水道整備事業	①流入量 40 万ﾄﾝ/日 ②下水管渠 38.9km 敷設	ほぼ計画通り完成。後、縮小 ①流入量 40 万ﾄﾝ/日 ②下水管渠 38.9km
2）平頂山市下水道整備事業	①流入量 15 万ﾄﾝ/日 ②下水管渠 52km 敷設	ほぼ計画通り ①流入量 15 万ﾄﾝ/日 ②下水管渠 52km
3）許昌市下水道整備事業*	①流入量 8 万ﾄﾝ/日 ②再生水高度処理 2 万㎥ ③下水管渠 12.15km	①流入量 8 万ﾄﾝ/日（計画通り） ②再生水高度処理 2 万㎥（取りやめ） ③下水管渠 68.33km（追加）
8）信陽市下水処理事業	（2002 年計画） ①流入量 10 万ﾄﾝ/日 ②中継ポンプ 1 カ所 ③下水管渠 63km 敷設	ほぼ計画通り ①流入量 10 万ﾄﾝ/日 ③下水管渠 63km
11）駐馬店都市下水汚染対策事業	①流入量 10 万ﾄﾝ/日 ②既存下水管網の拡張　取水面積 70→75％	ほぼ計画通り ①流入量 10 万ﾄﾝ/日 ②下水管渠 8.71km

類型 2：工場汚染源対策サブプロジェクト

サブプロジェクト名	計画	実績
4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業	①ヒ素排水処理 ②シアン排水処理 ③濃硝酸排水処理 ④硫酸排水処理	ほぼ計画通り完成。後、撤去 ①ヒ素排水処理 2003 年撤去 ②シアン排水処理 2004 年撤去 ③濃硝酸排水処理 2004 年撤去 ④硫酸排水処理 2008 年撤去
5）漯河パルプ製紙工場水質対策事業	①パルプ製造設備（3.4 万ﾄﾝ/年） ②環境対策設備他（アルカリ回収、排水処理設備 2.5 万ﾄﾝ/年）	ほぼ計画通り ①パルプ製造設備（3.4 万ﾄﾝ/年） ②環境対策設備他（アルカリ回収 36,000 ㎥/年、排水処理設備 2.5 万ﾄﾝ/年）
6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業*	①パルプ製造設備 2 万ﾄﾝ/年 ②環境対策設備他（アルカリ回収、排水処理設備 3 万ﾄﾝ/日）	①パルプ製造設備 3.4 万ﾄﾝ/年（拡大） ②印刷用紙製造設備 5 万ﾄﾝ/年（追加） ③環境対策設備（ほぼ計画通り）
9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業	①アンモニア回収設備 2100 ㎥/年 ②冷却水循環利用設備他 8000 ㎥/時 ③排水処理設備 1000 ㎥/時	ほぼ計画通り ①アンモニア回収設備 2100 ㎥/年 ②冷却水循環利用設備他 8000 ㎥/時 ③排水処理設備 1000 ㎥/時
10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業*	①古紙処理設備 3.6 万ﾄﾝ/年 ②排水処理設備 3 万ﾄﾝ/日 ③白液処理設備 6600 ﾄﾝ/日	①古紙処理設備　3.4 万ﾄﾝ/年（ほぼ計画通り） ②排水処理設備　3 万ﾄﾝ/日（ほぼ計画通り） ③白液処理設備（取りやめ） ④ダンボール紙製造設備　6 万ﾄﾝ/年（追加）

出所：各サブプロジェクト実施主体

注：*アウトプットに変更があったサブプロジェクト。

別添 2　サブプロジェクトの事業期間

サブプロジェクト名	計画	実績	計画比	評価
（I）	1997 年 9 月～2000 年 12 月（40 カ月）	1997 年 9 月～2006 年 12 月（112 カ月）	280%	c
1）鄭州市下水道整備事業	1997 年 9 月～2000 年 12 月（40 カ月）	1997 年 9 月～2003 年 12 月（76 カ月）	190%	c
2）平頂山市下水道整備事業	1997 年 9 月～2000 年 12 月（40 カ月）	1997 年 9 月～2003 年 6 月（70 カ月）	175%	c
3）許昌市下水道整備事業	1997 年 9 月～2000 年 12 月（40 カ月）	1997 年 9 月～2006 年 12 月（112 カ月）	280%	c
4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業	1997 年 9 月～2000 年 12 月（40 カ月）	1997 年 9 月～1999 年 10 月（26 カ月）	65%	a
（II）	1998 年 12 月～2001 年 12 月（49 カ月）	1998 年 12 月～2008 年 6 月（115 カ月）	235%	c
5）漯河パルプ製紙工場水質対策事業	1998 年 12 月～2001 年 6 月（31 カ月）	1998 年 12 月～2006 年 11 月（96 カ月）	310%	c
6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業	1998 年 12 月～2001 年 6 月（31 カ月）	1998 年 12 月～2004 年 7 月（68 カ月）	219%	c
8）信陽市下水処理事業	2002 年 3 月～2003 年 12 月（22 カ月）	2002 年 3 月～2005 年 4 月（38 カ月）	173%	c
9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業	1998 年 12 月～2000 年 12 月（25 カ月）	1998 年 12 月～2008 年 6 月（102 カ月）	408%	c
10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業	1998 年 12 月～2000 年 10 月（23 カ月）	1998 年 12 月～2005 年 10 月（83 カ月）	361%	c
11）駐馬店都市下水汚染対策事業	1998 年 12 月～2001 年 12 月（37 カ月）	1998 年 12 月～2004 年 8 月（69 カ月）	186%	c

出所：各サブプロジェクト実施主体
注：信陽市下水処理事業の計画は 2002 年 L/A 時計画。
注：完成の定義―竣工検査承認。

別添 3　サブプロジェクトの主要運用・効果指標（類型１）

類型 1：下水処理サブプロジェクト

サブプロジェクト	指標・計画値	実績値　（2009 年）
1）鄭州市下水道整備事業	汚水処理量：40 万ﾄﾝ/日 処理人口　160 万人 COD: 36,000 ﾄﾝ/年 BOD: 19,217 ﾄﾝ/年 SS: 28,087 ﾄﾝ/年	汚水処理量:39.6 万ﾄﾝ/日（99%） 処理人口　100 万人（63%） 設備稼働率 99% COD: 57,233 ﾄﾝ/年（159%） BOD: 26,820 ﾄﾝ/年（140%） SS: 43,430 ﾄﾝ/年（155%）
2）平頂山市下水道整備事業	汚水処理量：15 万ﾄﾝ/日 処理人口　65 万人 COD: 11,500 ﾄﾝ/年 BOD: 4,754 ﾄﾝ/年 SS: 12,848 ﾄﾝ/年	汚水処理量:15 万ﾄﾝ/日（100%） 処理人口　72 万人（111%） 設備稼働率 100% COD: 22,858 ﾄﾝ/年（199%） BOD: 7,068 ﾄﾝ/年（149%） SS: 22,699 ﾄﾝ/年（177%）
3）許昌市下水道整備事業	汚水処理量：8 万ﾄﾝ/日 処理人口　38.7 万人 COD: 10,000 ﾄﾝ/年 BOD: 10,129 ﾄﾝ/年 SS: 12,045 ﾄﾝ/年	汚水処理量:12 万ﾄﾝ/日（150%） 処理人口　49 万人（127%） 施設稼働率 99.5% COD: 15,768 ﾄﾝ/年（157%） BOD: 8,332 ﾄﾝ/年（82%） SS: 8,322 ﾄﾝ/年（69%）
8）信陽市下水処理整備事業	汚水処理量：10 万ﾄﾝ/日 処理人口　30 万人 COD: 29,560 ﾄﾝ/年 BOD: 5,475 ﾄﾝ/年 SS:　6,250 ﾄﾝ/年	汚水処理量：9.537 万ﾄﾝ/日（95%） 処理人口　28.7 万人（96%） 設備稼働率 95.37% COD: 8,038 ﾄﾝ/年（27%） BOD: 3,843 ﾄﾝ/年（70%） SS:　4,188 ﾄﾝ/年（67%）
11）駐馬店都市下水汚染対策事業	汚水処理量：10 万ﾄﾝ/日 処理人口　17.12 万人 COD: 11,680 ﾄﾝ/年 BOD: 6,250 ﾄﾝ/年 SS: 8,030 ﾄﾝ/年	汚水処理量：8 万ﾄﾝ/日（80%） 処理人口　24 万人（140%） 設備稼働率 80% COD: 11,200 ﾄﾝ/年（96%） BOD: 4,730 ﾄﾝ/年（76%） SS: 6,100 ﾄﾝ/年（78%）

出所：各サブプロジェクト実施主体
注：COD、BOD、SS ともに年間除去量。
注：括弧内は計画比率。

別添 4　サブプロジェクトの主要運用・効果指標（類型 2）

類型 2：工場汚染源対策サブプロジェクト

サブプロジェクト	指標・計画値	実績値　（2009 年）
4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業	ヒ素（排出量）：1 ㌧/年 シアン（排出量）：2.1 ㌧/年	（2000 年～2003 年のみ） ヒ素: 18.73 ㌧/年 シアン: 79 ㌧/年 COD: 946.9 ㌧/年 硫酸: 291.6 ㌧/年 硝酸: 525.2 ㌧/年
5）漯河パルプ製紙工場水質対策事業	汚水処理量：3 万㌧/日 COD:19,831 ㌧/年 BOD:6,026 ㌧/年 SS:12,736 ㌧/年 単位生産当たり COD 排出量:62.7kg/㌧	汚水処理量: 1.21 万㌧/日（40%） 設備稼働率 48.4% COD: 7,217 ㌧/年（36%） BOD: 1,803 ㌧/年（30%） SS: 3,698 ㌧/年（29%） 単位生産当たり COD 排出量:4.03kg/㌧
6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業	汚水処理量：3 万㌧/日 COD:17,690 ㌧/年 BOD:5,670 ㌧/年 SS:14,561 ㌧/年	汚水処理量 : 1.8 万㌧/日（60%） 設備稼働率 72% COD: 12,877 ㌧/年（73%） BOD: 4,087 ㌧/年（72%） SS: 8,344 ㌧/年（57%） 単位生産当たり COD 排出量: 60kg/㌧（2003 年） 12.5kg/㌧（2009 年）
7）飛亜飛製紙工場環境汚染対策事業	COD:45,555 ㌧/年 BOD:10,900 ㌧/年 SS13,527 ㌧/年	中止
9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業	汚水処理量：2.4 万㌧/日 COD:1,106 ㌧/年 アンモニア窒素:2,289 ㌧/年 SS:590 ㌧/年 シアン:3 ㌧/年 単位生産当たり COD 排出量:0.1kg/㌧	汚水処理量: 2.6 万㌧/日（108%） 設備稼働率 100% COD: 2,452 ㌧/年（222%） ヒ素（排出量）: 7.4 ㌧/年 シアン（排出量）: 0.03 ㌧/年 単位生産当たり COD 排出量:0.068kg/㌧
10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業	汚水処理量：3 万㌧/日 COD:60,243 ㌧/年 BOD:16,272 ㌧/年 SS: 7,588 ㌧/年	汚水処理量: 1.32 万㌧/日（44%） 設備稼働率 44% COD: 2,814 ㌧/年（4.7%） BOD: 937 ㌧/年（58%） SS: 1,877 ㌧/年（25%） 単位生産当たり COD 排出量: 25.38kg/㌧（2005 年） 4.76kg/㌧（2009 年）

出所：各サブプロジェクト実施主体

注：COD、BOD、SS ともに年間除去量。

注：括弧内は計画比率。

別添 5　持続性評価

（1）レーティングのクライテリア

監督機関	ｸﾗｲﾃﾘｱ
体制	・ｻﾌﾞﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄの監督のための体制、人員の配置が適切に行われているか？ ・ｻﾌﾞﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ関係機関と常時連絡が取れる関係を築けているか？ ・環境関連条例、規定等に基づくﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ体制が整備されているか？
技術	・環境保護局の人員配置、技術能力は事業監督を適切に行える水準に達しているか？
財務	・上記活動を行う上で必要な財政確保はなされているか？

ｻﾌﾞﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ	ｸﾗｲﾃﾘｱ
体制	・運営管理(の意思決定)の組織系統が整備されているか？ ・民営化の可能性があるか？ある場合、事業存続に影響が出る可能性はあるか？
技術	・維持管理のための要員数は適切な水準にあるか？ ・専門技術者等、設備の運営上の技術要件を満たす人員が配置されているか？ ・運営管理のための研修制度は整備されているか？また実際の研修実施状況はどうか？ ・運営マニュアルは整備され、実際に活用されているか？ ・点検整備の記録は適切に記録、管理されているか？
財務	・収支のﾊﾞﾗﾝｽが取れているか？ ・ｺｽﾄﾘｶﾊﾞﾘｰを考慮した料金徴収、体系が整備されているか？ ・赤字等が続いている場合、政府補助金等が適切に拠出され、適切な財務運営が実質的に確保されているか？
維持管理状況	・設備の状態は計画された機能を発揮できる状態に保たれているか？ ・ｽﾍﾟｱﾊﾟｰﾂ等、ﾒﾝﾃﾅﾝｽのための環境が整備されているか？ ・定期的なﾒﾝﾃﾅﾝｽ活動が実施されているか？ ・ﾄﾗﾌﾞﾙ発生時の対応は適切に行われてきたか？

（2）サブレーティング一覧

監督機関と各サブプロジェクト	評価項目				評価結果	
	組織	技術	財務	維持管理	ﾚｰﾃｨﾝｸﾞ	点数
監督機関（実施機関）：河南省人民政府	a	a	対象外	対象外	a	3
1）鄭州市下水道整備事業	a	a	a	a	a	3
2）平頂山市下水道整備事業	a	a	a	a	a	3
3）許昌市下水道整備事業	a	a	a	a	a	3
4）開封市化学肥料工場廃水処理対策事業	実施主体倒産				c	1
5）漯河パルプ製紙工場水質対策事業	a	a	a	a	a	3
6）遂平パルプ製紙工場水質対策事業	a	a	a	a	a	3
8）信陽市下水処理事業	a	a	a	a	a	3
9）駐馬店化学工場水質汚染対策事業	a	a	a	a	a	3
10）舞陽県製紙工場水質汚染対策事業	a	a	b	a	b	2
11）駐馬店都市下水汚染対策事業		a	a	a	a	3

平均点　2.7　総合　a

＜レーティングの算出方法＞

1. サブプロジェクトごとに計画、実績を比較、サブレーティングを行う（中止分を除く）。
2. 上記サブレーティングの平均値を総合レーティングとする。
3. その際、小数点以下は以下の原則で採点する。

a: 80%(2.4)以上、 b:50%以上 80%未満 (1.5 以上 2.4 未満) c:50%未満 (1.5 未満)

別添 6　サブプロジェクトの実施主体

番号	審査時	評価時
1)	鄭州市王新庄汚水処理場	中原環境保護股フェン有限公司
2)	平頂山市下水浄化公司	変更なし
3)	許昌市下水処理場	許昌瑞貝卡浄化水事業有限公司
4)	開封市化学肥料工場	開封晋開化学有限責任公司
5)	漯河銀鴿製造製紙股分有限公司	河南銀鴿実業投資股分有限公司*
6)	遂平県造紙廠	駐馬店市白雲紙業有限公司*
8)	信陽市汚水処理有限責任公司	変更なし
9)	駐馬店地区化工総廠	河南駿化発展股分有限公司
10)	舞陽明宇塩化集団公司第 2 製紙工場	舞陽銀鴿製紙有限公司
11)	駐馬店市汚水処理有限公司	駐馬店市汚水処有限責任公司

*組織名称のみ変更

別添 7　類型 2 の財務指標

5)河南銀鴿実業投資股分有限公司

	2006	2007	2008
総資本利益率(%)	6.1%	5.0%	6.2%
売上高粗利益率(%	16.9%	17.6%	15.4%
売上高純利益率(%	10.5%	7.4%	8.8%
総資本回転率(回)	0.6	0.7	0.7
流動比率(%)	80.0%	77.8%	98.6%
自己資本比率(%)	31.8%	32.4%	46.8%

出所：河南銀鴿実業投資股分有限公司

6)駐馬店市白雲紙業有限公司

	2006	2007	2008
総資本利益率(%)	2.4%	2.6%	2.0%
売上高粗利益率(%)	13.4%	11.2%	9.6%
売上高純利益率(%)	3.3%	3.1%	2.9%
総資本回転率(回)	0.7	0.8	0.7
流動比率(%)	67.7%	95.3%	96.3%
自己資本比率(%)	24.1%	25.9%	20.3%

出所：駐馬店市白雲紙業有限公司

9)河南駿化発展股分有限公司

	2006	2007	2008
総資本利益率(%)	6.1%	7.4%	3.1%
売上高粗利益率(%)	15.8%	20.6%	10.8%
売上高純利益率(%)	7.2%	10.2%	4.8%
総資本回転率(回)	0.8	0.7	0.6
流動比率(%)	51.9%	42.8%	57.0%
自己資本比率(%)	19.6%	36.9%	31.6%

出所：河南駿化発展股分有限公司

10)舞陽銀鴿製紙有限公司

	2006	2007	2008
総資本利益率(%)	1.8%	5.0%	-1.2%
売上高粗利益率(%)	9.0%	6.4%	9.0%
売上高純利益率(%)	3.8%	5.1%	-1.6%
総資本回転率(回)	0.5	1.0	0.8
流動比率(%)	78.6%	153.3%	117.7%
自己資本比率(%)	45.4%	71.5%	56.8%

出所：舞陽銀鴿製紙有限公司