

工業化に伴う食糧・農業・環境の持続可能な発展の条件 に関する基礎的研究

A basic study for the Continual development of food、Agriculture and
the environment as a result of Industrialization

章 政* 吳伯均** 藏日宏***

ZHANG ZHENG WUBOJUN ZANGRIHONG

北京大学经济学院* 上海華東理工大学** 中国農業大学***

Beijing University, Dust China Univresity of Science and Technology, Agricultrual University of China

This study will make the Food-production and the Distribution-struction clear in Inner Mongolian Autonomous Region、Heilongjiang province and Sichuan province in China which has keeping up a rapid economic devepment in recent years. And by this study,the sources that caused the pollution to Zcity in the lower reaches of Yangzi River and Fprovince in the middle reaches of Yangzi River will be known too. At last ,[the Plan about the Restoration for the Agricultural Environment] will be formed, and the policy technique and the direction for the introduction of the restoration system for the agricultural environment will be clarified in this paper.

1. 研究目的

近年、著しい経済成長を続けている中国では、経済開発と工業化の急速な展開により農業の生産環境が急速に悪化してきている。中国国家環境保全委員会の概算によれば、現在全中国農村において約8%の農地が汚染され、それによる食糧生産の年間損出量は約480万トンにのぼり、この状況をもし改善しなければ、2010年にさらに600万トンに達すると予測される。

本研究は、こうした工業化と都市化に伴う農業環境の悪化の問題に対し、地域社会の持続発展条件の低下として受け止め、「農業環境」と「農産物」の間におけるよい物質循環を回復させるため、①地域の食糧生産構造の解明、②長江流域を中心に農業環境汚染要因とメカニズムの分析、③地域農業環境の修復と資源利用方式の整備を進めるための「農業環境修復プラン」を編成することにより、最終的には発展途上国における工業化と食糧・農業の持続的発展との協調、環境保持と社会・経済のバランスある発展への実践可能な筋道を探ることが本研究の最大目的である。

2. 研究経過

2.1 食糧生産と流通構造の解明

中国の食糧生産は各地(省)の生産と消費構造、さらに流通、輸送状況等によって大き

く、①生産超過地域、②需給均衡地域、③消費超過地域という三つのタイプに分類できる。食糧生産構造の調査はおもに生産超過地域の内モンゴル自治区と黒龍江省を中心に実施し、流通構造の調査はおもに消費超過地域の四川省を中心に実施した。

内モンゴルでは、主に同地域において90年代以後に展開される農業総合開発事業による食糧増産効果の分析に重点を置き、域内の46の食糧生産農場に対するアンケート調査を実施した(2000年8月21日~24日)。そこで、収集された99年と2000年の統計資料に基づき、一次線型回帰モデル $Y = \alpha X_1 + \beta X_2 + \gamma X_3 + \theta$ を用いて、調査対象地域における三つの増産要因、①中低位生産性農地の改良、②大規模な農地開墾、③食糧生産基地の建設による食糧増産の効果を計測した。その結果、99年から2000年にかけてこの三つの要因の貢献度はそれぞれ26.7%($R=0.961$)、38.2%($R=0.917$)、35.1%($R=0.894$)と、31.3%($R=0.921$)、41.2%($R=0.957$)、27.5%($R=0.903$)であり、地域総合開発事業が食糧の増産に大きな効果をもたらしたことを確認できた。ところが、このなかで特に注目すべき点は大規模な農地開墾要因による食糧増産は2年連続でトップに位置することである。これは、近年における同地域の食糧増産はある意味で環境問題を代償に生産の外延的拡大によるものが多く、地域開発と食糧増産の背後に

新しい環境問題を裏付けている。

黒龍江省では、主に食糧生産構造の分析を中心に、同省農墾総局に所属される103の大規模農場（1農場当たりの労働力数1300人、耕地面積2.3万ha、大型トラクター104台、農業機械総動力2.7万kw、農作業の機械化率は平均91%）を対象に現地調査を実施した（2001年3月12日～19日）。そこで、水稻、トウモロコシ、小麦の三つの主要穀物を対象に行った生産費調査の結果によれば、99年から2000年までに水稻、トウモロコシ、小麦の第一次生産費（肥料農薬費、農機具費、労働費が中心）と第二次生産費（資本金子と地代、農業税が中心）はそれぞれ352元、248元、286元と20.1元、12.2元、8.3元であったが、2000年になると、同指標はそれぞれ366元（4.1%増）、251元（1.2%増）、299元（4.5%）と23.5元（16%増）、14.2元（16%）、10.7元（28.9%）となり、穀物生産に占める第二次生産費（間接費用）が大きく上昇していることが確認される。また、調査農場グループでは99年から2000年までに耕地面積は193万haから202万haへとわずか5ポイント（約8.9万ha）の増加したものの、穀物の生産量は415万トンから840万トンへと2倍以上増大し、現在は年間約300万トンの食糧（トウモロコシ7割、小麦2割、コメ1割）を地域外に移出している。その要因は、①優良品種の普及、②機械化作業による生産性の向上、③農業灌漑事業の推進、という前述した内モンゴルと違って食糧生産の内延拡大の方向が見られたものの、近年の生産資材価格の高騰と間接費用の上昇により生産農家の実質所得の伸び悩みも目立っている（99年から2000年までの実質所得がわずか0.3%増）。要するに、80年代から実施された農業の市場化路線は、食糧生産と経営の安定化、とくに労働生産性の向上には必ずしも結びついてるとは言い難く、食糧生産に内包される経営不安定の構造問題が依然として大きいことが確認できる。

四川省では、内陸最大の穀物市場である「四川省新都穀物市場」を対象に穀物流通価格の形成について調査した（2000年8月26日～31日）。同市場における大手穀物取引業者6社へのヒヤリングによれば、取引の最も

多かった飼料トウモロコシの場合、6社平均の流通経費はトン当たり230元であり、その構成は輸送代27%、運搬、乾燥、重量計測などの作業代は12%、倉庫代金23%、人件費および税金はそれぞれ23%と9%となっている。このように、穀物の広域流通経費に占める輸送代金の比率はわずか3割弱に過ぎず、貯蔵費や人件費、さらに運搬、乾燥、税金等を合わせた間接費用が全体の7割以上を占めており、穀物の地域間流通における間接費用の比率が極めて高いことが確認された。また、主食用の米（東北産ジャポニカ米が主）と小麦（華中産が主）の場合も同様な傾向が見られる。同市場では現在取引に参加している企業は約320社であり、年間の穀物取引量は約280万トンにのぼる。一方、市場管理委員会は単なる場所の提供と施設利用料の徴収だけを行い、流通価格や経路等に関する指導・管理は一切行わず、基本的には市場任せの地域流通方式を取っている。

このように、中国の食糧流通は、90年代以後の流通改革により政府主導型の流通体制が弱体化し、それをとって代わったのは各地方を中心とした地域流通市場である。今後国営食糧企業の経営改革（民営化）が進むにつれて、食糧広域流通の一層の拡大が予想される。ただし、現在地域間流通に関する基本制度がまだ形成されていないため、流通経路や市場情報、さらに価格形成に至るまで不透明な部分が依然として多く、こうした問題を解決するためには、今後各地域間の需給状況を反映する形での食糧広域流通体系の形成が大きな課題となる。

2. 2環境汚染要因とメカニズムの解明

工業化による農業環境汚染の問題に関する調査は、主に長江下流域のZ市と長江中流域のF県を対象に総合調査を実施した。Z市ではおもに長江水系における水源汚染の発生要因を調査した。F県ではおもに農村工業化による環境汚染発生のメカニズムを分析した。

Z市での調査は99年5月3日から10日までに実施し、同市環境保護局の協力により市内

625社の汚染企業のデータを入収することができた。また市内90カ所の汚水排出口(年間汚水排出量13,286トン、汚染廃棄総量の91.5%を占める)においてサンプルの採取を行った。その分析結果に基づき、工業廃水と工業用水との関係を中心に、Z市における工場排水と汚染発生との相関関係を計測した。その結果は数式 $Y = 204.8 + 0.22X$ ($R = 0.96$) で表すことのできる(X は汚染企業全業種の用水量の変数、 Y は汚染企業全業種の汚染用水排出量の従属変数)。同様の方法で各重点汚染部門の業種別汚染用水排出量と工業用水の関数を以下のように現すができる。

- ①化学工業部門： $Y = 264.4 + 0.87X$
($R = 0.92$) その中で X は用水量の変数、 Y は汚染用水排出量の変数。
- ②金属冶煉部門： $Y = 254.4 + 0.71X$
($R = 0.89$) その中で、 X は用水量の変数、 Y は汚染用水排出量の変数。
- ③機械製造部門： $Y = 201.9 + 0.15X$
($R = 0.83$) その中で、 X は用水量の変数、 Y は汚染用水排出量の変数。
- ⑤製紙工業部門： $Y = 278.5 + 0.94X$
($R = 0.95$) その中で、 X は用水量の変数、 Y は汚染用水排出量の変数。
- ⑥印刷染め部門： $Y = 281.1 + 0.97X$
($R = 0.98$) その中で、 X は用水量の変数、 Y は汚染用水排出量の変数。
- ⑦食品製造部門： $Y = 233.4 + 0.22X$
($R = 0.74$) その中で、 X は用水量の変数、 Y は汚染用水排出量の変数。
- ⑧医療品部門： $Y = 212.4 + 0.41X$
($R = 0.83$) その中で、 X は用水量の変数、 Y は汚染用水排出量の変数。

また、この工業汚水の排出により河川での汚染拡散、濃度変化および最終分解、影響過程等を全面的に解明するためには、化学分析データをもとに、つぎのような汚染進行モデルを編成し、汚染の拡散メカニズムを明らかにした。

$$C_x = C_o \exp\left(-K \frac{X}{86400Lu}\right),$$

となる……(1)
関数(1)の中で、

C_x は汚染排出地点から下流 X 地点までの汚染物質の濃度。
 C_o は排出地点における汚染物質の濃度。
 K は汚染濃度の総合通減係数。
 X は汚染排出源からの河川延長距離。
 U は水系の径流速度。

また、関数(1)における各変数の計量単位は、以下のように規定する。 C_x の単位はmg/L、 C_o の単位はmg/L、 K の単位はL/d、 X の単位はm、 U の単位はm/s。

例えば、関数(1)を用いて、Z市下流12kmを離れる地点(Z市の近郊で長江水系を水源に81.2万畝<水田65%、小麦35%>の灌漑農地が存在する)における汚染物質の排出濃度を計算すると、各種汚染物質の濃度はそれぞれDOが0.48、CODが0.9、BOD5が2.01、NO2-Nが0.74、NO3-Nが0.007、揮発イオン1.74、ヒ素物質が0.01、ASが0.11、Cr+5が0.08、石油類が20.2となっている。

農村工業化による環境汚染問題の調査は99年12月2日から7日にかけてF県で実施した。99年12月1日現在、同県において305社の郷鎮企業(うち郷と鎮の地方行政による運営する企業29社、全体の9.5%を占める)があり、従業員数は2.9万人、同市の農村労働力数の34.5%を占めている。F県政府の協力により全県の汚染企業260社を対象にアンケート調査を行った。郷鎮工業はその設立主体によって大きく郷鎮(日本の町に相当する行政単位)が経営する企業(郷鎮企業と称す)と、村が設立する企業(村営企業と称す)という二つの類型に分けられる。調査対象企業260社の汚染物質の排出状況は、郷鎮企業の場合、キロ当たり排水に含まれる有害物質COD、サスペンション、エチルアモコル、硫化イオン、ヒ素物排出濃度はそれぞれ999.7Mg、869.7Mg、867.4Mg、174.4Mg、7.1Mgであり、同様に村営企業の排出濃度は、それぞれ4434.2Mg、5505Mg、506.4Mg、119.2Mg、17.7Mgであり、村営企業の排出濃度は郷鎮営企業に比べてそれぞれの4.5倍(COD)、6.3倍(サスペンション)、0.6倍(エチルアモコル)、0.7倍(硫化イオン)、2.4倍(ヒ素物)高くなっていることが注目される。また、中国工業排出基準(CODは150Mg、サスペンションは100Mg、エ

チルアモコルは1Mg、硫化イオンは1Mg、ヒ素物は1Mg)に比べて、郷鎮企業の超過倍率はそれぞれ6倍、9倍、867倍、174倍、7倍であり、村営企業の超過倍率はそれぞれ30倍、55倍、506倍、119、18倍に達している。そこで、調査対象企業の汚染発生原因と汚染源の特徴について、主に以下二つのタイプと解明できた。第一類は資源型工業による汚染である。それは基本的には地下資源の発掘や一次加工により生じたものであり、F県では主に石炭採掘や建築材料の製造、非鉄金属の採掘と製造企業に収集し、その企業数と汚染排出量のそれぞれ全体の44%と63%を占める。第二類は加工製造型工業による汚染である。この類の汚染はおもに加工製造過程に生成した化学合成物によるものである。F県では主に皮革加工業、醸造工業、食品加工業、化学工業、石油、肥料、農薬製造、紡績印刷業などの業種に集中し、その企業数と汚染排出量はそれぞれ全体の64%と37%を占める。また、汚染源の拡散方式について、①原料保管、貯蔵の問題による汚染：206社の調査企業のなかで生産原料が倉庫に保管されるものがわずかに3割弱であり、6割以上の企業は保管上の原因で各種の有毒、有害物質を近くの水源や農地に拡散し、環境汚染を引き起こしている。②生産加工過程における有毒や有害物質の流失拡散による汚染：調査企業の中で設備の老朽化と加工技術水準の問題で、製造過程における汚染物質の漏れや不適正の処置方法による汚染物質の拡散問題の企業は95%にのぼる。③生産後の再処理による汚染：調査企業の8割以上は汚染処理や製造過程後の原料リサイクルはほとんど行われておらず、特に金属加工、窯業、化学工業の副製品や再循環利用のものも廃棄物として出されている、という三つの要因を明らかにした。

3. 研究成果

本研究の成果は、上述した二つの研究課題による分析結果のほか、環境改善と修復制度を導入するための「農業環境修復プラン」を編成したことも本研究によるもう一つの大きな成果である。「農業環境修復プラン」はおもに「市場政策プラン」、「行政政策プ

ラン」、「技術政策プラン」という三つの部分により構成される。市場政策プランはおもに環境税制対策、汚染軽減対策、環境監督対策等からなり、その実行内容によってさらに中期政策と長期政策を分けられ、具体的には12の政策要点が含まれる。行政政策プランは主に流域総合管理対策、農村工業化政策、環境行政再編策等からなり、そのなかで農村工業の地域配置転換と農業水源管理制度の強化等を基本に8つの政策重点が含まれる。技術政策プランは主に農業水利管理制度、生産体系安全性制度、農業無機化基準制度等により構成され、そのなかで物質投入、伝統農法、生産安全基準など12項目の具体的な政策内容が含まれる。また、「農業環境修復プラン」の形成に際して、調査対象地域の行政部門や環境管理機構と3回に渡って意見交換を行い、参加者による多くの有益な意見を受けており、いまは、その体系化したものを中国政府と環境部門に政策提言も行っている。

4. 今後の課題と発展

本研究は、近年中国における食糧生産、流通の実態と、農業環境問題の発生要因などについて基礎的な研究を行った。ただし、工業化による食糧・農業・環境の問題は国や地域によってその性格が大きく異なり、そこで、特に農業環境汚染を軽減させるための「農業環境修復プラン」を実行すること当たって、その効果を最大限に発揮させるためには、農業と環境政策論の視点から新しい地域開発の理論体系を構築していくことが強く要請される。それを本研究の今後の課題にしていく予定である。

5. 発表論文リスト

(1) 章政「中国における食糧需給の地域分析」『農林金融』農林中央金庫(1999/6)

(2) 章政「中国の環境保全型農業と有機農産物生産の展開」日本現代中国学会99年度全国大会個別報告(1999/10)

(3) 章政、蔵日宏「区域汚染のコントロールと農業環境対策」中国農経学会2000年度全国大会報告(2000/9)