

西安市周辺河川の汚濁負荷メカニズムに関する基礎的研究

九州大学工学部 学生会員 ○馬場啓輔 九州大学大学院 学生会員 井上和久
九州大学大学院 フェロー 楠田哲也 科学技術振興事業団 正会員 東 修

1. はじめに

黄河の支流である渭河を中心とする西安市周辺河川は、都市下水、工場排水等、未処理汚水の大量流入により、巨大な排水路と化している。本研究では、現地調査及び、衛星データ、GISデータの活用により西安市の水質汚濁源の分布状況を把握し、且つ汚濁負荷量を算定することで西安市周辺河川への汚濁負荷メカニズムを解明した。その結果について報告する。

2. 現地調査

図-1に示すサンプリングポイント(Weihe-13points、Zaohe-3points、Bahe-3points)において、2002年10月7日～22日にかけて西安市周辺の河川水質の概略値を把握するため現地調査を実施した。図-2にWeihe、図-3にZaohe・BaheのBOD・DO値、PO₄値を示す。

Weiheでは、BODが急激に増加し、それに伴いDOは急激に減少している。西安市区部付近のW7～W9にかけてBOD値は100mg/lを超えており、水質がかなり悪化している。上流部のW1には自然表流水が存在しないため、W2以降、河川には殆ど排水が流れているものと考えられ、特にW7～W9にかけては市区部の生活排水、工場排水等が大量に流れ込んでいると考えられる。リン酸は西安市区部付近で3.5mg/lと高い値を示している。また、TN、NH₄も10mg/l、20mg/lを超えていた。

次にZaoheでは、BOD値はいずれのポイントにおいても100mg/lを超えており、汚染は深刻である。原因として、Z1の周辺は広大な野菜畑及び大規模な団地が見られ、Z2では石炭火力発電所と農地、Z3では製紙工場や民家から直接河川に排水が流入するという周辺状況が考えられる。TN、NH₄についてはWeiheと同様の状況を示した。

BaheではBOD値は上記の2河川と比べて低く、DOは高い値を示した。現状では原因は明確に把握できていないが、河床が泥ではなく、直径15cm程度の石が多く存在すること、水深が10cm程度と非常に浅く、底面の礫に付着した藻類による光合成の影響が大きいことも要因と考えられる。TN、PO₄値は下流部では高い値を示し、生活排水等の影響が見られる。ただし、Baheは灌漑地の殆どない藍田県を流れることから、農業排水の影響を直接受けることは少ないと考えられる。

3. リモートセンシングによる土地利用状況の把握

ここでは、西安市の土地利用状況を衛星画像(LANDSAT-7:ETM+センサ)解析結果と各種統計資料の比較検討により把握した。図-4、5に2001年5月(小麦収穫期)及び、2002年10月(トウモロコシ収穫期)の衛星画像解析結果を示す。図より、市区部に居住区及び工場地帯が集積している。また、耕地は畑地が大半を占め、冬から初夏にかけては小麦が、夏から秋にかけてトウモロコシが生産され、多くの地域で二毛作が行われている。

衛星画像解析結果の精度確認のため、各種作物の作付面積について、統計データとの比較を行った。結果を図-6に示す。図より、統計データと衛星画像解析による作付面積は、ほぼ1対1の比率で示され、解析結果は妥当であると考えられる。



図1 サンプリングポイント

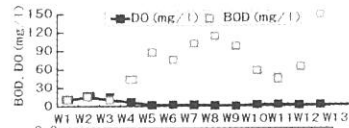


図2 Weihe 水質データ

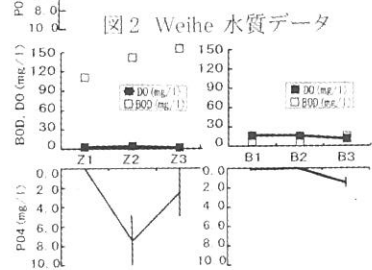


図3 Zaohe・Bahe 水質データ



図4 5月土地利用

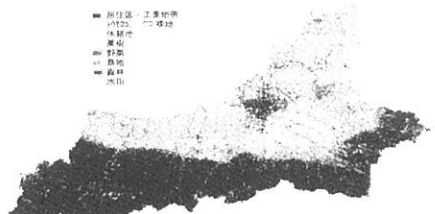


図5 10月土地利用

4. 汚濁負荷量原単位の設定

資料に基づき、一人一日当たりの糞尿及び生活排水のBOD・窒素・リンの発生量を求めた。西安市市区部農村部、及び各県農村部については糞尿のBOD値は同じとしたが、生活排水からのBOD値は、生活排水量に比例するものとし、窒素・リンについても同様の手法で算定した。さらに、発生量をもとに、実際河川などに流出される汚濁負荷を算定した。その際、市区部(非農業地区)では污水处理厂の污水处理率(22%)から、発生源の約8割が河川等へ排出、市区部(農業地区)及び鎮では下水処理施設の不備状況より、発生源の全てが河川等へ流出するとし、農村部では水洗トイレがないため、発生量の10%が表面流出すると仮定した。家畜(牛・豚・禽)についても野外で排泄するものとし、流出率は10%とした。

化学肥料による負荷量は、統計データによる年間施肥料中の窒素・リンの量に溶解率をかけ、さらに単位面積当たりとした。BODにおいては、家畜における窒素/BOD(=0.1)比率と等しいと仮定した。工業排水による負荷量は、各工場を工業総産値をもとに規模別(大・中・小)に分類し、総工業排水負荷量をそれぞれに割り当てた。算定結果を表-1に示す。

5. 考察

図-7に窒素、リン、BODの河川等への流出負荷を示す。図より汚濁負荷源としては、化学肥料及び人糞、生活排水の影響が極めて大きいことが分かる。図-8、9、10はそれぞれ西安市全域のBOD負荷量、リン負荷量、窒素負荷量を一年間当たり(t/year)で表したものである。BOD負荷量は、西安市全体では、河川付近が人口、又は農地が集中しているため高い値を示している。地域別にみると、各市区部の負荷、さらには、農地が多く、市区部に囲まれた高陵県の負荷が特に高いことが分かる。都市部での負荷は人間による糞尿や生活排水、農村部での負荷は化学肥料の影響を強く受けているが、比較すると、都市部の負荷の方が深刻であることが分かる。耕地についてみると、夏から秋にかけて休耕地となっている土地では負荷は比較的軽いが、小麦、トウモロコシの二毛作が行われ、年間を通じて耕地となっている土地では、都市部の負荷に近い値を示している。リン・窒素負荷量についてもBODと同じ傾向を示した。

現地調査結果とGISデータを比較すると、どちらもZ2付近の汚濁状況が最もひどくなっている。Z2付近は工業・農業地区であり、人口はそれほど密でない。この汚濁の原因として、工場が排水を処理していない、又は、排水処理を行っているが、排出基準を守っていない等の可能性が考えられる。

6. 結論

- ①現地調査、統計データ整理を通じ、未処理水の河川への大量流入が明らかになった。
- ②衛星画像解析によって西安市の土地利用状況を明らかにした。
- ③人、家畜、化学肥料、工場排水について各種汚濁負荷量に関わる原単位を設定した。
- ④上記原単位とGISデータの活用により、地域別の汚濁負荷状況を明らかにした。

参考文献

- 1)西安市志(第1巻), 西安出版社, 1996
- 2)西安統計年鑑 1993~1998, 2001, 中国統計出版社
- 3)中国郷、鎮、街道人口資料, 中国統計出版社, 2000

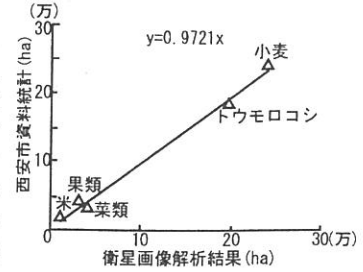


図6 衛星画像解析精度評価相関図

表1 排出量負荷原単位

	Bod (g/day)	窒素 (g/day)	リン (g/day)
人間(1人)	35.0	4.6	0.7
市区部(非農)	25.6	4.8	0.7
市区部(農業)	1.8	0.46	0.06
農村部			
家畜			
牛(1頭)	70.6	12.0	1.5
豚(1頭)	16.9	2.0	0.4
禽(1羽)	0.9	0.03	0.01
化学肥料			
(1ha)	0.5	0.05	0.02
工業排水			
大(1社)	8.5	1.63	0.37
中(1社)	1.8	0.33	0.07
小(1社)	0.1	0.02	0.01

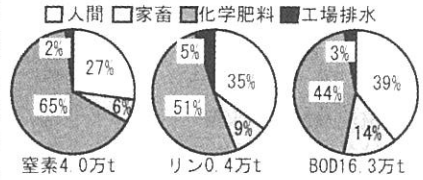


図7 2001年流出汚濁負荷量

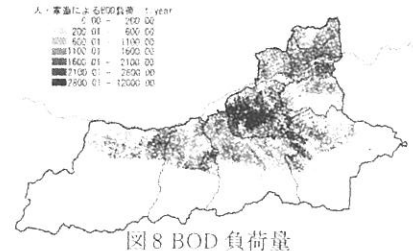


図8 BOD 負荷量

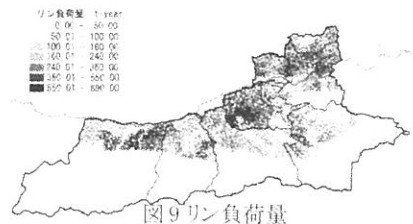


図9 リン 負荷量

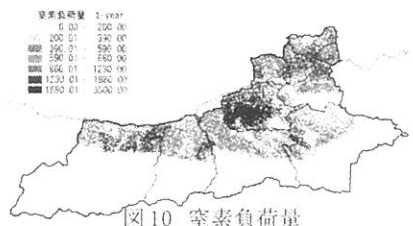


図10 窒素負荷量